ISTITUTO DI PSICOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI FIRENZE

ENZO BONAVENTURA

CONTRIBUTI ALLA PSICOLOGIA DEL TEMPO, DEL RITMO E DELL'ATTENZIONE

Serie 1ª

E. BONAVENTURA, *I problemi attuali della psicologia del tempo.*

R. L. GUINZBURG, *È possibile l'apprendimento di sensazioni eterogenee come perfettamente simultanee?*

R. CAMPANINI ed E. BONAVENTURA, *Prime ricerche sui limiti dell'isocronismo nei ritmi motori.*

E. BONAVENTURA, *Note di tecnica sperimentale: il metodo tachistoscopico.*

FIRENZE
1928

I.
ENZO BONAVENTURA

I problemi attuali della psicologia del tempo

Uno dei capitoli della psicologia che hanno fatto negli ultimi decenni i maggiori progressi è quello che studia l'origine e lo sviluppo della coscienza temporale. Se paragoniamo le nostre conoscenze attuali con quelle possedute cinquant'anni or sono il progresso appare evidente. Scarsi dati di fatto, esperienze imprecise e mal controllate bastavano allora a suggerire teorie complesse in cui alcune idee geniali e non di rado precorritrici si mescolavano a vedute arbitrarie e ad illazioni arrischiate. Tutti i dibattiti venivano allora forzatamente ridotti al contrasto teorico tra nativismo ed empirismo; onde gran parte delle costruzioni dottrinarie rispondeva, più che a sani criteri scientifici, al pregiudizio di trovare un perfetto parallelismo tra spazio e tempo, come nella funzione che questi concetti esercitano nella sistemazione delle conoscenze storiche e naturali, così anche nel processo psicologico della loro formazione. Perciò accanto ai « segni locali » si creavano i « segni temporali », e se i primi erano « complessi » anche i secondi dovevano essere « complessi »; accanto alla « sensazione dell'estensione » si creava una « sensazione della durata », senza preoccuparsi poi di precisare quale fosse l'organo di senso recettore degli stimoli temporali, quali le vie nervose e i centri correlativi; e ad una terminologia tratta dalla percezione visiva dello spazio venivano tolte le espressioni, rimaste fin oggi con un valore pura-

mente simbolico, di «campo» e di «punto di fissazione» della coscienza.

Questi dibattiti (a cui sono legati i nomi del Mach, del James, del Bain, del Münsterberg, del Guyau e anche del Wundt, i cui lavori principali cadono circa nel ventennio dal 1870 al 1890) conservano oggi più che altro un valore storico: preziosi sempre per talune osservazioni acute, talvolta anche per gli stessi errori, a cui non possono mancar di condurre certe posizioni teoretiche troppo rigide, ma insomma assai poco fecondi di risultati positivi in ordine ai diversi aspetti del problema psicologico del tempo. Anche il gruppo migliore dei lavori compiuti in quell'epoca - quello suscitato dall'intento di controllare l'esattezza della legge di Weber nella sfera dei giudizi temporali, e dovuto alla scuola wundtiana - apparve presto superato per la deficienza del metodo, per le imperfezioni degli apparecchi di misura, per la superficialità di certe analisi dei complessi fattori che entrano nella formazione della coscienza temporale.

Coi lavori del Meumann (1894 e segg.) ricchi di esperienze debitamente controllate, condotti con metodo obbiettivo, fecondi di applicazioni alla pedagogia e all'estetica, una nuova epoca si apre per la psicologia del tempo e del ritmo. Rotte le barriere degli schemi teoretici, si procede ad una approfondita analisi dei giudizi temporali e dei molteplici coefficienti che li modificano in vario modo; si rileva l'importanza della pausa, dell'attesa, del vario riempimento degli intervalli nella valutazione comparativa delle durate; e si riesce così a stabilire che i fatti, che prima si raccoglievano in blocco nella denominazione generica di «percezione del tempo» non sono affatto omogenei. Infatti l'atteggiamento del soggetto è molto diverso a seconda che apprende una rapida successione di sensazioni, oppure un intervallo vuoto tra due sensazioni separate da una lunga pausa, oppure ancora il prolungato durare di una sensazione continua ed uniforme; onde i vari concetti di successione, di intervallo, di durata, di cangiamento rispondono a situazioni psicologiche distinte e non confondibili. Da quest'epoca la metodica delle ricerche in ordine all'analisi dei giudizi temporali può dirsi definitivamente fissata; e un numero considerevole di lavori esplora questo campo in una maniera, si può dire, esauriente. Come conclusione della gran massa di ricerche suscitate da tale

indirizzo può considerarsi l'eccellente lavoro del Benussi (1), una opera organica, ricca, compiuta, esempio imitabile di chiarezza e di precisione, a cui dovrà sempre ricorrere chiunque s'inoltri in questo difficile campo di studi.

Ma in questi ultimi anni un nuovo orientamento si manifesta nelle indagini sulla psicologia del tempo. Da un lato, il decorso temporale essendo un carattere comune a tutti i fatti psichici, in quanto processi, si dovette riconoscere che in ogni manifestazione dell'attività psichica è implicita la coscienza in un cangiamento, di uno sviluppo, d'onde emerge la nozione di una successione di stati e di fasi; dall'altro, sempre meglio si vide che la rappresentazione temporale non è separabile dal contenuto stesso della coscienza, e che pertanto la coscienza del tempo si identifica in fondo col corso della vita psichica nella sua interezza, col lavoro mentale nel suo sviluppo integrale e concreto. In tal modo i problemi psicologici del tempo s'innestano spontaneamente sui problemi dell'ampiezza, del contenuto, del decorso della coscienza, sui problemi dell'apprendimento, dell'attenzione e del lavoro mentale, come già per altra via sui problemi dell'immaginazione e della memoria. Da ogni capitolo della psicologia si traggono elementi per lo studio della coscienza temporale. In questo allargato orizzonte è rientrata anche una massa considerevole di reperti della patologia mentale, attinenti alle varie alterazioni della coscienza del tempo, quali ad esempio la proiezione del presente nel passato nella paramnesia, e le singolari illusioni di rallentamento e di accelerazione del corso degli avvenimenti in alcune forme di schizofrenia. Nè è da credere che i dati sinora raccolti nel campo patologico siano esaurienti, chè anzi taluni aspetti del tutto nuovi di alterazioni della coscienza temporale sono stati appena di recente osservati per la prima volta (2).

(1) BENUSSI, *Psychologie der Zeitauffassung* (Heidelberg, 1913).

(2) Citiamo alcuni dei lavori recenti intorno ai problemi psicologici del tempo e a problemi confinanti e collegati con questi:

ROSENBERG, *Ueber Störungen der Zeitschätzung* (Zeitschrift für die ges. Neurologie, Originalien, II, 1919, p. 208).

MORAND, *Le problème de l'attente* (Année psychologique, XXI, 1920, pp. 1-78).

KOFFKA u. CERMAK, *Untersuchungen über Bewegungs - und Verschmelzungsphänomene* (Psychologische Forschung, I, 1921, pp. 66-129).

MAGER, *Die Enge des Bewusstseins* (München, 1921).

In seguito al complesso di queste ricerche alcuni problemi importanti della psicologia del tempo possono considerarsi risolti; ma altri ve ne sono che attendono la loro soluzione da un più maturo esame. Riassumiamo prima brevissimamente i principali risultati già conseguiti, per passare poi a indicare i problemi ancora insoluti.

Un primo punto saldo è ormai questo: il fenomeno elementare, irriducibile, ultimo che sta alla base della rappresentazione temporale è l' esperienza del cangiamento. Essa è un fatto più semplice della percezione della successione; giacchè successione implica già una distinzione di prima e di poi, e quindi un ordine temporale, mentre l'apprendimento di un cangiamento può aversi in condizioni in cui ancora non sia possibile riconoscere un ordine di prima o

HALBERSTADT, *Notes sur les troubles de l'évaluation du temps chez les aliénés* (Journal de psychologie, XIX, 1922, pp. 262-265).

VERRIER, *L'écart d'isochronisme dans le rhythme* (Journal de psychologie, XIX, 1922 pp. 289-321).

KASTENHOLZ, *Untersuchungen zur Psychologie der Zeitauffassung* (Archiv f. d. ges. Psychologie, XLIII, 1922, pp. 171-228).

KÖHLER, *Zur Theorie des Sukzessivvergleichs und der Zeitfehler* (Psychologische Forschung, IV, 1923, pp. 115-175).

JANET, *La tension psychologique et ses oscillations* (in *Traité de psychologie* par G. Dumas, I, pp. 919-952; Paris, 1923).

PIÈRON, *Les problèmes psychophysiologiques de la perception du temps* (Année psychologique, XXIV, 1924, pp. 1-25).

GRIFFITHS and GORDON, *The Relation between the Traube-Hering and Attention Rhythmus* (Journal of experim. Psychology, VII, 1924, pp. 117-124).

STURT, *Psychology of Time* (London, 1925).

MAGER, *Neue Versuche zur Messung der Geschwindigkheit der Aufmerksamkeitswanderung* (Leipzig, 1925).

HENNING, *Die Aufmerksamkeit* (Berlin u. Wien, 1925).

BONAVENTURA, *La percezione visiva del movimento* (Archivio Italiano di Psicologia, V, 1926, pp. 31-45).

CALABRESI, *La durata del presente psichico* (Atti del IV Congresso Nazionale di psicologia, pp. 146-153; Firenze, 1926).

PAVLOV, *Sur l' origine du sens du rythme* (Journal de Psychologie, XXVI, pp. 719-730; 1927).

Questa breve nota bibliografica, che d'altronde non pretende affatto di essere completa, ma solo di indicare i lavori recenti di più utile consultazione sopratutto dal punto di vista del metodo, ci risparmierà di fare, nel seguito, i richiami alle idee o ai fatti esposti dall'uno o dall'altro autore.

di poi. Infatti il movimento di un oggetto viene percepito mediante la vista, con tanta chiarezza da poterne indicare la direzione, quando esso ha una durata totale inferiore assai alla soglia di successione delle sensazioni visive; mentre, cioè, questa soglia raggiunge di solito, in media, i 45 σ, il movimento di un punto luminoso, per la lunghezza di un centimetro, viene già percepito come movimento quando la sua durata totale tocca appena i 15 σ, cioè quando un intervallo di 15 σ decorre tra il principio e la fine del movimento stesso. Ciò anche significa che il movimento di un punto luminoso nello spazio non è percepito come una successione di fasi distinte, non è ricostruito con un processo di associazione di parti o di elementi, ma è dato immediatamente come un tutto, come un' unità organica, in cui solo più tardi la riflessione analitica distingue parti, fasi, aspetti successivi. A questo risultato si è giunti per due vie distinte: da un lato, in modo più diretto, con le nostre ricerche tachistoscopiche sulla percezione visiva del movimento; dall'altro con le importantissime ricerche stroboscopiche condotte dai seguaci della "Gestalttheorie". Questi ultimi infatti hanno potuto mettere in luce i fenomeni seguenti: se due punti luminosi sono prodotti a breve distanza e con brevissimo intervallo, vengono percepiti come due punti distinti e simultanei; se si accresce la durata dell'intervallo (cioè la pausa), si desta l'impressione di un punto solo che si muove e passa dalla prima alla seconda posizione; se infine si accresce ancora l'intervallo, i due punti vengono di nuovo percepiti come distinti, ma questa volta come successivi. Vi sono condizioni obiettive (distanza dei punti, intensità luminosa, durata dell'intervallo) che determinano il passaggio dall'una all'altra delle tre situazioni. L'importante è che, secondo queste ricerche, l'esperienza del cangiamento (movimento) prende posto tra la coscienza della simultaneità e l'esperienza della successione: essa è dunque un fatto anteriore e indipendente dall'esperienza della successione, che, invece di determinarla, la presuppone come suo punto d'origine.

Ma un cangiamento può essere tutto presente insieme nella nostra coscienza. E' una delle maggiori singolarità della nostra coscienza temporale quella di poter avere *presenti* insieme dei contenuti *successivi*: di poter abbracciare in una unità, come un oggetto inscindibile, una molteplicità di contenuti rappresentativi o affettivi dati successivamente. E' il fatto che ordinariamente si esprime dicendo che il "presente psichico" non è puntuale, come il pre-

sente matematico, ma ha una durata: e una durata misurabile. Un secondo problema del quale possediamo ormai una soluzione adeguata è appunto quello della misura della durata del presente psichico, o del tratto di cangiamento che può essere abbracciato in una unità nella nostra coscienza, cioè che può costituire l'oggetto di un unico atto di apprendimento, o ancora formare il contenuto di un'unica, unitaria " pulsazione " dell'attenzione. Per avviarsi a risolvere questo delicato problema di misura temporale è necessario partire dal fatto che questo contenuto è limitato: è limitato il numero di elementi di una molteplicità che possa essere afferrato con un solo atto di apprendimento, è limitata la complessità d'un oggetto che l'attenzione possa tenere nel suo fuoco tutto insieme, senza spostarsi o rinnovarsi. E' noto ormai, per le ricerche sul così detto campo della coscienza, che il massimo numero di elementi afferrabili in seguito a presentazione tachistocopica (di tre o quattro millesimi di secondo) è di 4, per i soggetti poco esercitati, e giunge a 6 per i soggetti molto esercitati.

Ma si badi che il tempo di presentazione non coincide affatto con la durata dell'atto di apprendimento: se p. es. basta esporre per soli 4 σ un gruppo di sei lettere, o sillabe, perchè queste siano apprese, ciò non significa affatto che l'atto mentale di apprendimento si compia e si esaurisca durante quei pochissimi millesimi di secondo durante i quali l'oggetto rimane esposto: l'apprendimento *incomincia* soltanto con la presentazione dell'oggetto, ma per compiersi esige un tempo assai maggiore. Se non fosse così, presentando in successione immediata due gruppi di 6 elementi, ciascuno dei quali fosse esposto per 4 σ, dovrebbe esser possibile apprenderli ambedue nella loro compiutezza. Invece, occorre un certo intervallo di tempo, dopo la presentazione del primo, perchè il secondo possa entrare nel fuoco dell'attenzione: intervallo che evidentemente si richiede perchè l'apprendimento del primo gruppo giunga a termine. Di qui si vede subito quale può essere il metodo oggettivo per la misura della durata dell'atto di apprendimento: occorrerà misurare la durata dell'intervallo che deve lasciarsi trascorrere tra le presentazioni tachistoscopiche di due oggetti, ciascuno dei quali corrisponda al massimo di complessità compatibile con l'apprendimento unitario, affinchè ambedue siano appresi nella loro compiutezza, senza reciproca inibizione. Infatti se il secondo oggetto viene presentato quando l'attenzione del soggetto converge ancora nell'apprendimento

del primo, il sopravvenire di questa nuova stimolazione perturba il regolare svolgersi della funzione apprensiva; e può accadere o che lo spostamento dell'attenzione verso il nuovo oggetto impedisca di compiere l'apprendimento del primo, o che il perdurare dell'attenzione sul primo ostacoli l'apprendimento del secondo.

Di un tale reciproco urto delle due direzioni impresse all'attenzione può aversi un chiaro controllo oggettivo: non tutti gli elementi dei due gruppi saranno afferrati: vi saranno lacune, trasposizioni, errori di apprendimento. Accrescendo allora l'intervallo fra le due presentazioni, fino al punto in cui l'apprendimento avrà luogo senza lacune, senza trasposizioni e senza errori, otterremo una misura della durata minima necessaria al compiersi di un atto di apprendimento (durata del presente psichico). E il risultato della misura è: tale durata sta in media intorno ai 700-800 σ, cioè intorno ai tre quarti di secondo. Essa può definirsi come il *minimo tempo necessario per apprendere il massimo di elementi di una molteplicità o di un cangiamento afferrabile con un solo atto di apprendimento*. Questa durata coincide con quella degli intervalli temporali, compresi tra due stimolazioni sensoriali discontinue (per es. due colpi), che possono essere appresi col minimo sforzo di sintesi e di analisi delle sensazioni limitanti: cioè da un lato con una facile unificazione delle sensazioni limitanti, apprese insieme come appartenenti al medesimo processo di cangiamento, e dall'altro con un facile apprendimento dell'intervallo vuoto come una pausa, un lasso di tempo, una sosta tra le due sensazioni limitanti. Infatti, negli intervalli più brevi (sotto i 650 σ), nel primo piano della coscienza non sta il lasso di tempo come una pausa, ma la rapida successione delle sensazioni (dei colpi, nel nostro esempio); negli intervalli più lunghi invece (oltre i 900 σ) si prova difficoltà a considerare le sensazioni limitanti come principio e termine di un medesimo processo. Negli intervalli brevi lo spazio è rivolto a *separare* i limiti, a staccarli, per apprendere l'intervallo come una pausa; negli intervalli lunghi invece lo sforzo è rivolto ad *unificare* i limiti per apprenderli come limiti di un medesimo tratto di cangiamento anzichè staccati e indipendenti. Tra gli uni e gli altri stanno gli intervalli (inesattamente detti "intuibili") pei quali le due direzioni, analitica e sintetica, dell'attenzione, si equilibrano, rendendo facile e piano l'apprendimento sia dei limiti come unità, sia dell'intervallo come pausa.

Se peraltro la durata di tre quarti di secondo può considerarsi come il *minimo* tempo necessario all'apprendimento unitario di una molteplicità di elementi rappresentativi, quale sarà il *massimo* tempo pel quale l'attenzione può mantenersi costante e ugualmente tesa sopra un medesimo oggetto? Giacchè il lavoro mentale si svolge per pulsazioni, a ondate; oltre un certo limite di tempo l'attenzione, fissata sopra un oggetto di apprendimento, deve spostarsi o rinnovarsi. In altri termini, esiste un limite superiore nella possibilità di apprendere una molteplicità di elementi successivi come appartenenti ad un tratto unitario del cangiamento e quindi afferrabili come una unità nella nostra coscienza. Data una serie di sensazioni successive (p. es. di colpi), fino a un certo limite di durata possiamo apprenderle come costituenti tutte insieme il medesimo oggetto mentale; oltre quel limite, tutte le succesive appartengono ormai, per la nostra coscienza, ad un altro oggetto. La fissazione di questo limite è molto difficile: con criteri e con metodi differenti lo si è posto o a 3 ½ o a 12 secondi. Vedremo più oltre che questo è un problema da riprendere, e cercheremo d'indicare per quali vie può essere oggettivamente risolto. Per ora accettiamo solo, come fatto certo, che questo limite esiste, e che in ogni caso la massima durata di un atto unitario di apprendimento, o del presente psichico, non può superare quella di alcuni secondi. Entro questi angusti confini si chiude la nostra diretta esperienza del tempo, minuscola invero nel confronto con la costruzione intellettuale del tempo che abbraccia secoli innumerevoli nel passato e nel futuro!

Ma con ciò le condizioni d'insorgenza della nozione del tempo non sono ancora esaurite. Dentro i limiti di una sola pulsazione dell'attenzione non si può parlare di una vera e propria coscienza temporale. Una coscienza che vivesse per una sola pulsazione, che si spengesse dopo aver lampeggiato per quel breve tratto di tempo che può esser tutto presente e attuale, non giungerebbe a formarsi un'idea del tempo. Potrebbe, sì, avere la nozione del cangiamento, poichè entro gli stessi limiti del presente psichico potrebbe già apprendere una molteplicità di elementi successivi e riconoscerne la velocità, la direzione, l'ordine di successione; ma non si formerebbe l'idea del tempo. Al sorgere di questa è necessario che la vita della coscienza proceda oltre i confini del presente psichico; che in una pluralità di ondate si rinnovi l'attenzione o si sposti verso nuovi oggetti, sicchè mentre un contenuto di coscienza è

appreso come presente o attuale, da esso vengano distinti gli altri contenuti che attuali non sono più. E qui troviamo un terzo risultato generale delle ricerche sulla percezione del tempo, risultato che a sua volta si scinde nei due punti seguenti: 1° vi è una differenza qualitativa, irriducibile e assolutamente peculiare, tra l' "attualità" e il "passato", tra ciò che è adesso, qui, innanzi a me presente, incluso nel momento attuale della mia vita, e ciò che non è più presente, ciò che è stato ma non è più attuale, ciò che ebbe già quel carattere di peculiare vivacità per cui fu sentito presente, ma ora più non lo possiede. Questa differenza non è di pura intensità, giacchè posso ben riconoscere un suono debole come attuale e presente, distinguendolo da un suono forte ma passato; è dunque una differenza qualitativa, in virtù della quale tutta la nostra esperienza si divide in due parti: il contenuto attuale della coscienza, o presente psichico, delle breve durata che abbiamo or ora stabilita; e tutta la serie del passato, che si spinge indietro fino ai primi anni della nostra vita, là dove risalgono i primi ricordi fissati e rievocabili. 2° nessuna differenza qualitativa nè intensiva distingue invece fra loro gli elementi del passato in ordine al tempo: un ricordo vivace può essere riconosciuto da me come anteriore, nella sua fissazione, ad un ricordo scialbo ed evanescente; non vi sono caratteri intrinseci alle immagini che permettano la loro seriazione nel tempo: il passato è, qualitativamente, tutto uguale. E perciò la costruzione della serie temporale nel passato è frutto di una elaborazione intellettuale, condotta con procedimenti logici od associativi, e facilitata poi dal riferimento dei ricordi ad una serie convenzionalmente scelta e fissata (il calendario) sopratutto per esigenze pratiche e sociali.

Sicchè, riassumendo, possiamo dire che il problema centrale delle condizioni psicologiche d' insorgenza della rappresentazione temporale può considerarsi ormai risolto nel suo complesso. Tali condizioni sono: la percezione del cangiamento; l'esistenza di un "presente psichico" avente una certa durata e fornito della nota qualitativamente irriducibile dell'attualità; e la distinzione del contenuto presente e attuale dai contenuti non più presenti nè attuali, costituenti insieme il "passato", il cui ordinamento in una serie temporale è dovuto a processi logici e associativi di elaborazione del materiale mnemonico. Si vede di qui quanto si sia ormai lontani dalla possibilità d'inquadrare le nuove concezioni psicologiche del

tempo nei vecchi schemi del nativismo e dell'empirismo. Nè si può ammettere che la nozione del tempo sia bella e formata nello spirito umano, sì che non debba che esserne tratta fuori e applicata ai contenuti particolari, nè si può presumere che la mente la costruisca traendola da aspetti della coscienza che non la contengano affatto. Vi è qualche cosa di specifico e di irriducibile, come l'esperienza del cangiamento, l'unificazione di una molteplicità nell'atto di apprendimento, la differenza qualitativa tra presente e passato; ma d'altro lato la complessa rappresentazione di un ordine temporale, come serie continua e omogenea, quale è adottata nelle scienze storiche e naturali, non è tutta contenuta in quegli elementi, bensì ne è tratta con un processo di elaborazione intellettuale che talvolta perfino contrasta coi dati immediati ed originari dell'esperienza. Un esame pacato ed esauriente del problema psicologico del tempo non può condurre oggi ad altra conclusione.

Accanto poi a questi risultati principali, sui quali ci siamo soffermati per la loro eminente importanza, altri minori, eppur sempre notevoli, attestano il progresso delle nostre conoscenze nella psicologia del tempo. Tra questi ricordiamo sopratutto l'analisi dei giudizi temporali comparativi in rapporto con diversi fattori che ne modificano la precisione. Dati due intervalli temporali consecutivi, senza pausa, di ugual durata, vi è la tendenza generale a giudicare il secondo come più lungo del primo (sopravalutazione del secondo intervallo, o errore costante negativo), quando gli intervalli raggiungono una certa durata (da 1 a 4 secondi); negli intervalli più piccoli non c'è errore costante, intervenendo altri fattori di giudizio. Vi è dunque un errore di valutazione comparativa dipendente dal semplice fatto che l'uno, degli intervalli, viene dopo l'altro; e poichè due intervalli temporali non possono mai esser dati insieme, come due colori o due lunghezze, perchè allora sarebbero un intervallo unico, tale errore costante investe inevitabilmente tutti i giudizi temporali comparativi. L'intervento di una pausa, cioè di un terzo intervallo in mezzo ai due che debbono essere comparati, modifica il giudizio comparativo: vi è una pausa ottimale (che può esser fissata intorno ai 1800 σ) data la quale il giudizio di confronto raggiunge il massimo grado di precisione; pause più brevi o più lunghe alterano di nuovo, e in varia direzione, i giudizi. È noto che l'efficacia della pausa ottimale si fa sentire, oltre che nei

giudizi temporali, anche in molti altri giudizi comparativi, come p. es. nella comparazione di due movimenti eseguiti successivamente con lo stesso braccio, o di due pesi sollevati l'uno dopo l'altro con la stessa mano. E tutto ciò lascia adito alla conclusione che il decorso temporale non è indifferente alla natura dei contenuti di coscienza; ogni contenuto di coscienza viene modificato dal solo fatto che occupa quel dato posto nella serie temporale (Zeitlage), che è stato preceduto da altri contenuti; ogni avvenimento occupa, nella vita della coscienza, un posto insostituibile, e perderebbe la propria individualità, o sarebbe modificato, quando lo si immaginasse in un altro qualsiasi punto della serie.

Anche la natura del contenuto rappresentativo del cangiamento influisce sui giudizi temporali comparativi. E in generale si può dire: quanto più ricco e vario è il contenuto che riempie un intervallo di tempo, tanto più questo sembra breve nel confronto di un altro più vuoto e monotono; tutto ciò che accresce la ricchezza qualitativa del cangiamento determina una sottovalutazione della sua durata. Perciò quando siamo occupati in un lavoro interessante e assorbente il tempo " vola ", mentre le ore della noia sembrano interminabili. Ed è pur questo un fenomeno di grande interesse generale perchè mostra la disformità del tempo, come misura del cangiamento dato immediatamente nella nostra coscienza. Il tempo " vissuto " non è affatto omogeneo ed uniforme come il tempo matematico: ora si affretta ed ora rallenta, ora corre, ora indugia, secondo quella che è, minuto per minuto, la nostra attività, il corso dei nostri pensieri e dei nostri sentimenti, gli interessi, l'attenzione, i bisogni; due " minuti " ritenuti uguali in base all'osservazione degli strumenti fisici, non sono affatto uguali soggettivamente; le differenze, già apprezzabili quando si comparano piccoli intervalli diversamente riempiti, diventano colossali nella comparazione di lunghi tratti di tempo, di ore, di giornate.

Infine altre modificazioni subiscono i giudizi temporali per effetto della qualità e dell'intensità delle sensazioni limitanti gli intervalli; tra i quali fattori ha particolare interesse quell'accrescimento intensivo che prende il nome di accento e la cui ripetizione isocrona dà origine al ritmo. L'intervallo limitato da due suoni con ritmo ascendente (cioè col secondo suono accentato) è sopravalutato rispetto ad un intervallo uguale limitato da suoni con ritmo discendente. E quando manca una differenziazione oggettiva dei suoni

rispetto all'intensità interviene l'interessante fenomeno dell'accentazione soggettiva, per cui in una serie di sensazioni monotone successive alcune vengono accentate dal soggetto, mentalmente, per spezzare la serie in gruppi ritmici; e l'accentazione soggettiva varia a seconda della rapidità di successione dei suoni, dando luogo così ai diversi ritmi binari e ternari. Molte ricerche particolari hanno potuto fissare le diverse condizioni che influiscono sulla formazione dei ritmi e i limiti di precisione nell'apprendimento dell'isocronismo degli intervalli.

Accenniamo in ultimo alla misura delle soglie di successione. Esse sono diverse per ciascuna sfera della sensibilità; scendono ai valori minimi per le sensazioni uditive (da 2 a 16 σ), sono alquanto più alte per le sensazioni tattili (intorno ai 27 σ) e più alte ancora per le sensazioni visive (da 30 a 47 σ). Molte variazioni poi subiscono i valori di soglia in dipendenza dell'intensità degli stimoli: così con stimoli luminosi di intensità opportunamente regolata si può ridurre di molto la soglia di successione delle sensazioni visive; altre variazioni dipendono dallo stato di adattamento retinico alla luce o all'oscurità. Per spiegare le differenze tra le soglie di successione nelle diverse sfere della sensibilità si può pensare o alla diversa complicazione dei processi di eccitamento delle superfici recettrici degli stimoli, o a un diverso tempo di trasmissione degli impulsi centripeti lungo le vie nervose afferenti. Ma la seconda ipotesi è, in via di massima, da scartare, non essendo dimostrato alcun sensibile ritardo nel tempo che gli impulsi centripeti impiegano nel superare le sinapsi tra i neuroni costituenti la via afferente nei diversi nervi sensoriali; e, pur non potendosi dare ancora per risolta la questione, la prima ipotesi appare più probabile.

Più difficili e meno precise sono le misure delle soglie di successione tra sensazioni eterogenee, p. es. tra sensazioni uditive e tattili o viceversa, tra sensazioni visive e uditive o viceversa; tanto è vero che gli autori non sono d'accordo. I dati più probabili sono oggi quelli dell'*Aggazzotti*: ma hanno bisogno di larghi controlli. Il problema si connette con quello (a cui accenneremo tra breve) se sia possibile l'apprendimento di sensazioni eterogenee come simultanee, giacchè le incertezze e le oscillazioni della coscienza della simultaneità in rapporto alle sensazioni eterogenee si riflettono profondamente sull'apprendimento della successione. Se infatti si potesse dimostrare che sensazioni appartenenti a diverse modalità hanno

una diversa rilevanza soggettiva, e che il contenuto sensoriale meno rilevante viene di solito appreso con un certo ritardo rispetto a quello più rilevante, il concetto di soglia di successione verrebbe a perdere molto del carattere rigido che sinora gli si è attribuito, tanto da rendere impossibile la sua espressione con una cifra. Questo è un punto ancora oscuro, che ulteriori ricerche dovranno cercar di chiarire.

In ogni modo, da tutto quanto abbiamo sin qui esposto risulta che una vasta serie di problemi psicologici del tempo ha ricevuto ormai adeguata soluzione. Sarà sempre opportuno proseguire le indagini anche nei campi già fruttuosamente esplorati, e in particolare in quello dei giudizi temporali comparativi; qualche fatto nuovo potrà essere messo in luce, qualche conclusione attuale potrà essere corretta. Ma nel suo complesso la fenomenologia della rappresentazione temporale può considerarsi svolta e chiarita in maniera soddisfacente.

Ciò non pertanto parecchi altri problemi rimangono tuttora insoluti ed esigono nuovo, approfondito esame. Alcuni si riferiscono ancora ad aspetti importanti della coscienza temporale, tra i più difficili forse a essere lumeggiati e più a essere interpretati; altri poi riguardano le correlazioni tra la coscienza del tempo ed altre funzioni psichiche ed organiche. Gli uni e gli altri noi chiamiamo i problemi *attuali* della psicologia del tempo, perchè son quelli verso i quali deve oggi convergere l'attenzione degli studiosi. Vediamone i principali.

Il primo dei problemi attuali della psicologia del tempo è quello della coscienza della simultaneità. Che una pluralità di contenuti rappresentativi possa essere simultaneamente presente ed appresa senz'alcuna successione, è fuori dubbio: i suoni di un'orchestra, i colori e le forme di un paesaggio son dati tutti insieme, e noi non potremmo in alcun modo distribuirli in ordine successivo, come se gli uni fossero prima e gli altri dopo. Ma per poco che la si analizzi, la coscienza della simultaneità ci appare assai limitata, e non è facile fissarne i confini. Se io ho innanzi a me una tavola pitagorica, e la guardo da una distanza sufficiente perchè possa tutta cadere nel campo della visione foveale, non c'è dubbio che le cento impressioni visive dei suoi numeri sono per me perfettamente simul-

tanee; ma qui si tratta di impressioni sensoriali omogenee, cioè tutte quante visive ed anche affini; più che di cento elementi sensoriali distinti si tratta di un oggetto complesso, presente come unità, nel quali si riconoscono più parti ed aspetti. Le difficoltà incominciano quando l'unificazione delle impressioni sensoriali in un oggetto unico non è facile o non è possibile. Un suono e una luce, una luce e un contatto, un suono e un profumo, possono essere unificati nel tempo al punto di essere appresi con perfetta simultaneità? oppure, anche se oggettivamente (cioè, per quanto risulta dalle più accurate misure consentite dagli strumenti fisici) sono prodotti simultaneamente, vengono sempre appresi dal soggetto in una determinata successione? E, in tal caso, come e perchè si stabilisce un certo ordine soggettivo di successione tra sensazioni eterogenee date simultaneamente?

Ecco un primo gruppo di problemi che hanno bisogno di essere nuovamente presi in esame. Dal punto di vista sperimentale, la via sinora seguita per affrontarli fu quella suggerita dagli astronomi, che l'adottavano per determinare il momento del passaggio di una stella al meridiano; e le ricerche ebbero dagli autori tedeschi, fedeli ad una terminologia psicologica di origine herbartiana, il nome di « Komplikationsversuche ». Il metodo consiste nel seguire con lo sguardo il movimento della lancetta di un cronometro; ad un certo momento lo sperimentatore produce un colpo secco, e il soggetto deve indicare poi in qual punto del quadrante si trovava la lancetta nell' istante in cui avvertì il suono. Un grande apparecchio (Komplikationspendel) fu costruito dal *Wundt* per ottenere una esatta misura della posizione della lancetta simultanea obiettivamente alla produzione del suono. Si vide così che si commetteva sempre un certo errore, nel senso che la posizione indicata dal soggetto come simultanea al suono non corrispondeva a quella registrata come simultanea dall' apparecchio; ed ogni soggetto mostrava una tendenza spontanea ad indicare una posizione della lancetta o anteriore (errore negativo) o posteriore (errore positivo) a quella registrata. Si discusse lungamente sulle cause di tali tendenze, sulla possibilità di modificarle con l' esercizio etc. Ma tutte queste ricerche, pur avendo suscitato osservazioni non prive d' interesse, non potevano condurre ad una soluzione del problema se sia possibile l'apprendimento di due sensazioni eterogenee come perfettamente simultanee; e ciò per i seguenti motivi:

1° - Le due sensazioni, tra cui deve essere istituito il confronto temporale, non sono date in condizioni analoghe, che le rendano comparabili; giacchè la sensazione uditiva è istantanea, mentre la sensazione visiva è offerta dal movimento continuo della lancetta lungo il quadrante. In tal modo il problema che si dovrebbe risolvere - *se sia possibile* l'apprendimento delle due sensazioni come simultanee - è pregiudicato: poichè non è possibile non far coincidere il suono con una qualunque posizione della lancetta, cioè la sensazione istantanea con una fase della rappresentazione continua e prolungata nel corso della quale quella viene prodotta; vi potrà essere un errore nell'indicazione del soggetto, ma è esclusa a priori l'eventualità che l'apprendimento delle due sensazioni eterogenee come simultanee non sia possibile. L'errore, positivo o negativo, indica soltanto che il soggetto giudica come simultanei due momenti che oggettivamente (nel senso della misura fisica) sono successivi.

2° - Inoltre, poichè la rappresentazione visiva continua incomincia assai prima che il suono venga prodotto, interviene un fattore di disturbo, l'*attesa*, che, come è noto, agisce in maniera univoca sulla percezione del tempo, determinando la sopravalutazione degli intervalli e quindi alterando i rapporti temporali tra le sensazioni. Queste difficoltà spiegano da un lato le divergenze nella interpretazione dei risultati sperimentali, dall'altro l'insufficienza di questi a chiarire il problema proposto.

Bisogna dunque lasciare la via indiretta e mettersi per quella diretta: produrre due sensazioni eterogenee (p. es. visiva e uditiva) con perfetta simultaneità oggettiva, e vedere se il soggetto le apprende e le giudica come simultanee o come successive; poi produrre le due sensazioni con un qualche intervallo, variabile e misurabile esattamente, e vedere come si comporta il soggetto nella sua reazione giudicativa. Col metodo statistico dei casi veri e casi falsi, in una lunga serie di prove, si potrà stabilire: 1° se esiste o no una vera e propria coscienza di simultaneità in rapporto a sensazioni eterogenee; 2° dato che esista, se essa sorge quando gli stimoli sono effettivamente simultanei, oppure quando sono oggettivamente successivi; 3° e in quest'ultimo caso, se vi siano tendenze diverse nei vari soggetti, oppure se una delle due sensazioni venga in tutti i soggetti appresa con un certo ritardo, in modo da esser giudicata simultanea con una che effettivamente sarebbe successiva.

In tal modo si potrà affrontare il problema della coscienza della simultaneità. E bisognerà poi stabilire tutte le condizioni oggettive che possono influire sulla reazione del soggetto, e sopratutto le variazioni di intensità relativa delle due stimolazioni sensoriali; giacchè, supposto che di due sensazioni, visiva e uditiva, d'intensità presso a poco equivalente, cioè tale che nessuna abbia una rilevanza maggiore dell'altra, la seconda ritardi qualche poco sulla prima, sarà possibile dare alla seconda un'intensità maggiore, tale che la sua preminenza intensiva compensi il ritardo e la faccia apprendere come perfettamente simultanea alla prima? Ecco la via che occorre seguire per giungere ad una soluzione di problema.

In una situazione più complessa il problema della coscienza della simultaneità è stato affrontato dal *Mager* in recenti ricerche, e risolto in una maniera che ci sembra pienamente soddisfacente. Egli si è domandato se fosse possibile compiere simultaneamente due atti giudicativi, ciascuno dei quali impegnasse due forme diverse di sensibilità: giudicare il numero, o la forma, di alcune figure presentate alla vista mediante un tachistoscopio, e insieme giudicare il numero, o la distanza, di sensazioni tattili puntiformi. Un ingegnoso dispositivo, suggerito dal *Pauli,* permette misure cronometriche esattissime. Si noti che qui non si tratta del semplice apprendimento della simultaneità di due sensazioni, ma del compimento simultaneo di due operazioni intellettuali. E il risultato è stato negativo: una simultaneità perfetta in questa situazione, non è raggiungibile: l'attività mentale non può dividersi in due direzioni divergenti nello stesso istante, ma può solo oscillare dall'una all'altra; ed è misurabile la durata minima necessaria per una tale oscillazione, cioè per lo spostamento dell'attenzione da un'operazione all'altra; l'autore dà la cifra di 190 σ, cioè circa un quinto di secondo, come valore medio (Durchschnittswert für die Geschwindigkeit des kleinsten Aufmerksamkeitsschrittes).

Da quanto abbiamo esposto risulta che da un lato è fuor d'ogni dubbio possibile l'apprendimento di sensazioni omogenee (appartenenti cioè alla stessa modalità) come simultanee; dall'altro, non è possibile il compimento simultaneo di atti giudicativi divergenti: rimane da risolvere la parte di mezzo del problema: se sia possibile l'apprendimento di sensazioni eterogenee come simultanee. La soluzione di questo problema chiarirà non pochi aspetti della coscienza temporale.

Aggiungiamo in ultimo un nuovo lato del medesimo problema. Passando dall'apprendimento al movimento possiamo domandarci: è possibile compiere due movimenti diversi, con organi diversi, con una perfetta simultaneità? Se p. es. si cerca di reagire ad uno stimolo sensoriale con un movimento, p. es. la pressione di un tasto, con le due mani, o con due dita di una stessa mano o con la mano e col piede, è possibile imprimere una perfetta simultaneità alle contrazioni muscolari in organi differenti? l'impulso motore può dividersi, o deve anch'esso oscillare dall'uno all'altro organo? Il problema ha trovato qualche studioso, ma ha bisogno di essere ripreso con maggiore larghezza, con assoluta precisione di controlli oggettivi, e con l'intento esplicito di usufruire dei risultati sperimentali per illuminare da tutti i suoi lati la coscienza della simultaneità.

Un secondo gruppo di problemi riguarda i limiti superiori del presente psichico: problemi attinenti così alla percezione del tempo come al decorso dell'attenzione. Vedemmo già come s'imposta la questione, e dicemmo che per l'incertezza dei metodi questi limiti venivano posti ora a 3 $^{1}/_{2}$, ora a 12 secondi: variazione dipendente certo non solo da differenze individuali, ma anche da un variabile modo d'intendere quei limiti. Vediamo infatti il metodo seguito dal *Wundt:* egli cercava di stabilire il massimo numero di impressioni sensoriali successive (p. es. una serie di suoni) che possono essere apprese dal soggetto come formanti una unità ed abbracciate insieme senza che l'attenzione sia costretta a spostarsi: metodo soggettivo, sfornito di ogni appiglio a controlli oggettivi, i cui risultati non possono essere che arbitrari. Troppi fattori imprecisabili (tra cui la tendenza spontanea d'ogni soggetto a ritmizzare i suoni, a dividerli in gruppi, a contarli) possono influire su una tale misura e renderla quindi assai problematica. Mentre infatti il *Wundt* parla di suoni i quali « bleiben sogar während kurzer Zeit im Fokus der Aufmerksamkeit » e che sono appresi dal soggetto come « zu einer Einheit verbunden », egli ci dice poi di essere personalmente capace di abbracciare in una unità una serie di ben 40 suoni uguali intervallati di 0,3 secondi, cioè una serie della durata totale di 12 secondi! Che tutta questa massa rimanga davvero fissa e presente insieme nel fuoco dell'attenzione, possiamo a diritto dubitare: infatti, a testimonianza dell'autore stesso, la serie veniva ritmizzata dal soggetto

mentalmente, cioè suddivisa in gruppi. Ora, che cosa significa questo frazionamento in gruppi ritmici se non l'impossibilità di abbracciare l'intera serie in una unità ? Quelle 40 sensazioni uditive succedentisi per dodici secondi appartengono già a diverse e successive « pulsazioni » dell'attenzione. Noi possiamo di qui trarre intanto un criterio negativo, ma utilissimo, per precisare il concetto di limite superiore del presente psichico: ogni volta che s'impone la necessità di frazionare una serie in gruppi, si può esser certi che quel limite è oltrepassato; cioè appartiene al presente psichico (ad una sola « pulsazione » dell'attenzione) quella serie che può essere appresa *senza* spezzarla in gruppi ritmici.

Il problema si riconduce allora a quello della massima durata di un gruppo ritmico (di una « battuta » nel senso musicale della parola). Sempre con metodo soggettivo, ma tuttavia meno esposto all'azione di coefficienti imprecisabili, il problema è stato affrontato da alcuni autori, tra i quali ricordiamo il *Koffka* (1) per l'eleganza del metodo e la precisione delle misure. Egli si serviva di stimoli visivi, come p. es. l'illuminazione intermittente di una scatola mediante un tubo di Geissler, oppure di una striscia nera su fondo grigio che veniva alternativamente coperta e scoperta mediante uno schermo girevole; e ciò appunto perchè, mentre siamo tutti abituati ai ritmi uditivi, le serie visive sono nuove, esigono un adattamento speciale da parte del soggetto, e perciò sono meglio atte a rivelare le esigenze soggettive del frazionamento e dell'accentazione. Ora, modificando in vari modi (che qui non ci dilunghiamo a descrivere) la velocità di successione delle sensazioni visive, il *Koffka* poté misurare la massima lentezza compatibile con lo spontaneo frazionamento soggettivo della serie in gruppi ritmici; e, calcolando allora la durata di ogni gruppo, trovò che essa giungeva a 5600 σ. Ma si era già ai limiti più alti: e per alcuni soggetti erano troppo alti; per lo più un gruppo unitario di sensazioni successive, non ulteriormente frazionato, aveva una durata assai minore. Possiamo ritenere quindi che il limite cercato stia circa tra 4 e 5 secondi.

Una conferma obiettiva di questo dato può aversi dalla poesia e dalla musica. Il verso e la battuta rappresentano infatti quelle unità organiche durante le quali l'attenzione può permanere costante,

(1) KOFFKA, *Experimental - Untersuchungen sur Lehre vom Rhythmus* (Zeitschrift für Psychologie, LII, 1909, pp. 1-109).

e al termine delle quali si rinfresca e si rinnova; unità che possono essere mantenute in tutte le loro parti ugualmente presenti nel fuoco della coscienza. Ora, la lettura corrente, non affrettata, sufficiente ad una buona comprensione, di un esametro latino (che è uno dei versi più lunghi, avendo da 13 a 17 sillabe) dura in media quattro secondi; e le battute più lente di un « adagio » in 4/4 difficilmente durano più di cinque secondi.

Con tutto ciò il problema ha bisogno di essere ripreso; sia per meglio precisare questi limiti, con ampie ricerche condotte su vasto numero di soggetti, sia per indagare tutte le condizioni soggettive ed oggettive che possono spostare quei limiti. E si vede l'importanza che tale indagine può avere per agevolare lo studio della questione tanto dibattuta delle oscillazioni dell'attenzione e della loro durata.

Un terzo argomento da riprendere è quello delle durate che oltrepassano i limiti del presente psichico; e va trattato anzitutto dal punto di vista quantitativo, cioè della misura della precisione dei nostri giudizi comparativi in ordine a intervalli temporali superiori ai 4 o 5 secondi. Giacchè, se è vero che di durate immediatamente afferrabili non si può parlare se non nei limiti del presente psichico, è pur vero che nella nostra ordinaria esperienza ci riferiamo sempre a durate maggiori; e che ci accade non di rado di dover valutare, senza aiuto dell'orologio, quanti minuti sono passati dall'inizio di un dato lavoro, oppure se un fenomeno è durato più o meno di un altro precedente. Nella psicologia della testimonianza tale valutazione acquista un interesse pratico di primo ordine; in taluni casi, come a es. in guerra nell'uso di armi a tempo (come alcuni tipi di bombe a mano), un'esatta valutazione delle durate può evitare gravi disgrazie, mentre gli errori di giudizio possono rendere inefficace l'azione. Eppure, nonostante il suo interesse pratico, il problema è stato sinora trascurato; le sole ricerche utilizzabili, sebbene piuttosto scarse, sono quelle del *Bourdon* (1907); giacchè quelle più recenti della *Sturt* (1923), condotte con metodo grossolano, senz'alcun controllo, sono prive di valore scientifico. Il metodo più adatto qui è quello dell'errore medio: si invita il soggetto a fare attenzione all'intervallo temporale compreso tra due colpi, separati p. es. di 10, 15, 20 secondi o più; poi si

suscita di nuovo il primo colpo, e si invita il soggetto a produrre egli stesso il secondo, a chiusura dell'intervallo, quando giudichi che sia trascorso un tempo uguale a quello dell'intervallo primitivo; e così più volte di seguito. Ogni volta si tiene conto dell'errore. Se, dopo ogni giudizio, il soggetto viene informato dell'errore, gli si dà modo di correggersi e di adeguarsi alla durata-tipo iniziale; in caso diverso si potranno studiare le tendenze spontanee ad accorciare o ad allungare le durate nella ripetizione multipla. Ma avendo noi già osservato che il riempimento dell'intervallo influisce molto sul giudizio relativo alla durata, e che quanto più vario e ricco è, dal lato qualitativo, il contenuto della coscienza, tanto più gli intervalli vengono sottovalutati, sorge la grave difficoltà di determinare che cosa occupa la coscienza del soggetto durante l'esperimento. Purtroppo ciò non può esserci noto se non per via introspettiva. E se noi daremo al soggetto l'istruzione di « non pensare a nulla », di « fare attenzione allo scorrere del tempo », non potremo evitare ch'egli o conti i propri atti respiratori, o in altro modo rivolga la mente a movimenti ritmici facilitandosi così il giudizio sulla durata; se invece noi cercheremo di occuparlo con un lavoro mentale determinato, p. es. con la lettura, distogliendo affatto la sua attenzione dall'apprezzamento degli intervalli, gli toglieremo ogni modo di orientarsi, gli renderemo impossibile la comparazione, accresceremo immensamente i suoi errori. Queste sono difficoltà metodologiche molto gravi.

Eppure, non essendoci altra via, bisognerà seguire questa procedendo analiticamente e cercando di notare con ogni scrupolo tutte le condizioni dell'esperimento. Bisognerà incominciare dalle durate che oltrepassino appena i limiti superiori del presente psichico, e poi a grado a grado allungarle, notando sempre, dietro le deposizioni introspettive, tutto ciò che il soggetto prova durante l'esperimento. Si calcolerà, per ogni soggetto e per ogni durata-tipo, l'errore medio, la soglia differenziale relativa, la variazione media, le percentuali delle sopravalutazioni e delle sottovalutazioni. Si vedrà cosi come si modificano, tanto le situazioni di coscienza quanto i risultati obiettivi, a mano a mano che ci si allontana dal presente psichico, fino alle durate maggiori.

Abbiamo iniziato una serie di ricerche sperimentali su questo argomento; ma non essendo ancora ultimate, ci riserbiamo di esporle in altra occasione.

I problemi del ritmo, a cui abbiamo già fatto cenno parlando dei limiti superiori del presente psichico, formano un quarto gruppo di problemi meritevoli di nuovo esame. Intorno al ritmo si è scritto moltissimo: le bibliografie del *Ruckmich*, pubblicate a più riprese nell'*American Journal of Psychology*, enumerano già circa ottocento pubblicazioni sull'argomento, trattato sia dal punto di vista della psicologia e della fisiologia che da quello dell'estetica. Eppure non si può dire che sia argomento esaurito: tanto più che con lo sviluppo recente della psicotecnica nuovi aspetti d'interesse pratico vengono rivelati e posti innanzi all'esame dello scienziato. In generale gli studi del ritmo sono stati condotti sinora in questo modo: lo sperimentatore determina una serie di stimolazioni (uditive, visive, tattili) secondo una certa configurazione ritmica, fissando gli accenti, gli intervalli, la durata dei periodi; il soggetto ascolta, o vede, o sente, e riferisce le sue impressioni sull'uguaglianza dei periodi, la regolarità degli accenti, la forma melodica della frase. Così si studia, con metodo prevalentemente soggettivo, la *percezione* del ritmo. Ma di assai più vasta importanza teorica e pratica è lo studio della *produzione* del ritmo: fino a che punto, cioè, il soggetto è capace di compiere, mediante contrazioni muscolari volontarie, dei movimenti ritmici? e quali sono, in tal caso, i ritmi più facili, o quelli pei quali meglio riesce a mantenere l'isocronismo degli intervalli e la costante durata del periodo? quali invece i ritmi più difficili ad assumere e a mantenere? e fino a che punto le attitudini naturali sono modificabili con l'esercizio? Dal punto di vista teorico la risposta a queste domande può servire a mostrare quale parte hanno i coefficienti motori nella formazione della coscienza del ritmo, nelle sue modalità e nelle sue alterazioni. La massima parte dei nostri movimenti si svolge infatti secondo certi ritmi: basti pensare alla circolazione del sangue, alla respirazione, alla deambulazione; ognuno ha una sua propria figura ritmica, ognuno ha una sua propria periodicità. È probabile che l'uno o l'altro, o più d'uno di questi movimenti eserciti qualche influsso sulla nostra valutazione dell'isocronismo degli intervalli e della durata dei periodi in una serie ritmica; ma quali siano questi influssi, e se siano fondamentali o sussidiari nel determinare l'esattezza dei nostri giudizi comparativi in ordine ai gruppi ritmici, non è stato ancora dimostrato. Si tratta certo di ricerche lunghe e delicate. Occorre anzitutto raccogliere vasta messe di dati precisi in ordine ai fenomeni più

semplici dei ritmi motori: vedere se un soggetto riesce ad eseguire movimenti ritmici, p. es. con le dita o col braccio, mantenendo l'isocronismo, quando sia lasciato libero di intervallare i movimenti nel modo che gli sembri più facile (ritmo spontaneo); poi facendogli riprodurre ritmi diversi (ritmi obbligati), semplici o complessi, suggeritigli dallo sperimentatore; per ciascun ritmo, spontaneo od obbligato, calcolare l'esattezza della riproduzione, le modificazioni nella riproduzione prolungata, l'azione dell'esercizio e della fatica. In un secondo tempo, occorre istituire una serie di ricerche sperimentali che permettano di rilevare quale tra i movimenti organici più si avvicini, per la configurazione ritmica e per la durata dei periodi, al ritmo rispetto al quale la valutazione è più esatta, l'adattamento più facile e la conservazione piú costante e prolungata; e infine occorre vedere se, alterandosi in qualche modo il ritmo dei movimenti organici, anche le valutazioni subiscono modificazioni correlative. Qui i reperti patologici possono essere utilizzati. Come si vede, il campo è assai vasto e ancora per gran parte inesplorato.

Anche dal punto di vista pratico queste ricerche possono giovare non poco. Il lavoro manuale è quasi sempre ritmico; ed è stato ormai dimostrato che il rendimento cresce in quantità e in qualità quando il lavoro venga compiuto secondo il ritmo ottimale. Ora, a stabilire appunto il ritmo ottimale nei vari generi di lavoro possono servire le ricerche di cui abbiamo sommariamente accennato il programma. Del resto, nel campo pratico i dati sono già più abbondanti che in quello della psicologia pura, e formano uno dei più brillanti acquisti della psicologia applicata al lavoro industriale (1).

I problemi ai quali abbiamo sinora accennato riguardano aspetti particolari della psicologia del tempo. Ma tra i problemi di carattere generale e interpretativo uno ve ne è che ha bisogno di essere ancora affrontato: quello cioè dei correlati fisiologici della coscienza del tempo. Non già che non sia stato più volte studiato: anzi, se

(1) Piuttosto che estenderci su questo punto rimandiamo il lettore al recente volume di L. WALTHER, *La Technopsychologie du travail industriel* (1926) corredato di una buona nota bibliografica.

ne posseggono fin troppe soluzioni: le quali peraltro assomigliano piuttosto a romanzi che a teorie scientifiche; ed è perciò che noi consideriamo questo come un problema non ancora risolto e forse ancora lontano da una adeguata spiegazione. Finchè si tratta di taluni fenomeni elementari, come p. es. di stabilire le condizioni organiche dei valori delle soglie di successione, si può pensare, come abbiamo visto, o ai processi fisico - chimici che sono suscitati negli organi recettori dagli agenti esterni, oppure al tempo perduto dagli impulsi centripeti nel superare le sinapsi lungo le vie nervose afferenti; e si può, con ricerche sperimentali, risolvere la controversia. Ma appena si esce dal gruppo dei fenomeni più semplici, e ci si domanda ad es. quali sono le condizioni organiche che pongono certi limiti alla durata del presente psichico, oppure quali modificazioni nei processi corticali corrispondono alla differenza tra la coscienza della attualità e il passato, o quali sono le basi anatomiche e fisiologiche della fissazione, della conservazione e della rievocazione dei ricordi, ci si trova dinanzi al buio più profondo. La caratteristica singolare della nostra coscienza del tempo è che, mentre da un lato ha un andamento pulsatorio, dall'altro procede sempre innanzi e continuamente si rinnova; accanto al decorso oscillatorio vi è anche la continuità e l'irreversibilità della corrente della vita. È ben difficile tener conto insieme di questi due aspetti; se ci si riferisce (secondo la vecchia ipotesi del *Mach*) al solo consumo organico, cioè al metabolismo dei tessuti nervosi, oltre a molte gravi difficoltà si incontra quella di spiegare il carattere pulsatorio dell'attenzione; se invece ci si riferisce a processi ritmici (come le onde di Traube - Hering, o altri fenomeni vasomotori), ci si preclude la via a spiegare il carattere unitario e progressivo della coscienza temporale. Se queste ipotesi possono aiutare a comprendere l'uno o l'altro aspetto della psicologia del tempo, sono insufficienti a spiegarla nella sua totalità; onde le ricerche dovranno essere proseguite, senza fretta e con molta precisione, o per unificare in modo soddisfacente le ipotesi parziali sinora enunciate, o per trovarne di nuove e meglio rispondenti alle esigenze di una spiegazione scientifica.

Ma poichè la fretta è un vizio frequente, e non meno diffuso è il desiderio di teorizzare, desideriamo qui prevenire gli studiosi di un pericolo che occorre bene schivare quando si tentano interpretazioni fisiologiche dei processi mentali. Spiegare un fenomeno,

in tutte le scienze di esperienza, significa stabilirne le cause; ma è regola fondamentale di ogni sana ricerca scientifica che l'esistenza delle cause dev'essere accertata *all'infuori* dell'osservazione degli effetti. Possiamo ad es. supporre che un certo processo chimico sia dovuto ad un aumento della temperatura; ma perchè l'ipotesi acquisti il valore di spiegazione scientifica bisogna che sia possibile constatare l'aumento della temperatura per altra via che non solo attraverso quel processo chimico. Similmente, possiamo supporre che una certa modificazione della coscienza sia dovuta alla fatica delle cellule corticali; ma bisogna che si dia la possibilità di constatare questa fatica mediante l'esame diretto delle cellule, non solo attraverso l'osservazione del fatto di coscienza: altrimenti la spiegazione è illusoria.

Se per indurre le condizioni fisiologiche di un fatto psichico non abbiamo a nostra disposizione altro che il fatto psichico stesso, l'induzione non è più altro che una nuova enunciazione del fatto di coscienza con parole tratte dal vocabolario della fisiologia; con questo svantaggio, che mentre il fatto è appreso e sperimentato nella sua immediatezza, l'espressione che lo traduce o lo travisa è una pura costruzione teorica senza sostegno sperimentale. Tale è ad esempio il caso di tutte quelle teorie della memoria e della rievocazione del passato che introducono il concetto di «tracce» impresse nella sostanza nervosa in seguito alle ripetute azioni provenienti dagli stimoli esterni, depositate nel cervello e atte a tornar fresche e operative quando stimoli affini le risvegliano dal loro sonno: vuoi che concepiscano queste tracce come veri e propri segni incisi nella sostanza cerebrale, vuoi che le intendano come misteriose disposizioni delle molecole a riassumere le forme e a ripetere i moti in cui una volta si sono trovate. In nessun modo queste «tracce» hanno potuto essere direttamente osservate; e per ammetterle in via di ipotesi non c'è altro punto d'appoggio che il fatto psicologico che esse dovrebbero spiegare: l'esistenza cioè dei ricordi.

Non è da questo genere d'interpretazioni pseudo-fisiologiche che possiamo sperare in un serio progresso nella conoscenza dei rapporti tra fenomeni psichici e fenomeni organici; e piuttosto che adagiarsi in codeste spiegazioni illusorie è meglio confessare che, sinora, quel grande problema è insoluto. Le ricerche dovranno essere indirizzate sopratutto ad approfondire la fisiologia generale

del sistema nervoso, in ispecie sotto l'aspetto del metabolismo energetico; si dovrà stabilire p. es. quali modificazioni nella temperatura, nello stato elettrico etc. della corteccia accompagnino il lavoro mentale; si dovrà cercare di chiarir meglio la natura dei cosidetti « impulsi » centripeti e centrifughi lungo le vie nervose, di conoscere le modificazioni che avvengono nelle cellule corticali in seguito all'eccitamento degli organi recettori o durante le reazioni motrici. Finchè di questi problemi, e di molti altri affini, non si sarà trovata una soluzione soddisfacente, sarà inutile affaticarsi a costruire « modelli » fisiologici delle funzioni mentali.

In questa I serie di *Contributi* alla psicologia del tempo, del ritmo e dell'attenzione escono due lavori condotti sotto la nostra direzione nell'Istituto di Psicologia della R. Università di Firenze. Essi affrontano due tra i problemi accennati nella presente Introduzione: il primo esamina i limiti della coscienza della simultaneità nell'apprendimento di sensazioni eterogenee, il secondo porta un contributo di dati per lo studio dell'isocronismo dei ritmi motori. L'ampiezza dei due problemi, quali sono stati da noi più sopra delineati, è assai maggiore dei confini in cui le due ricerche sono state qui contenute: e pertanto queste vogliono essere interpretate come un primo apporto di elementi atti ad orientare, non ancora bastevoli a risolvere in tutti i loro aspetti quelle questioni. Le ricerche verranno proseguite, e i risultati raggiunti e le eventuali conclusioni formeranno l'oggetto di comunicazioni ulteriori.

Segue una nota di tecnica sperimentale che illustra il metodo Tachistoscopico, metodo che tra tutti ha le più larghe applicazioni nella psicologia della percezione del tempo e dell'attenzione.

Tutte le ricerche sono state condotte con metodo rigorosamente obiettivo, secondo l'indirizzo seguito nel nostro Istituto.

del sistema nervoso [illegible] ener-
getica; si dovrà studiare p. es. quali modificazioni nella temperatura, nello stato elettrico ecc. della corteccia accompagnino il lavoro mentale); si dovrà cercare di chiarir meglio la natura del cosiddetto «impulso» nervoso e [illegible] lungo le vie nervose, di conoscere le modificazioni che avvengono nelle cellule nervose in seguito all'eccitamento degli organi recettori e durante le reazioni motorie. Finchè di questi problemi, e di molti altri affini, non si sarà trovata una soluzione soddisfacente, sarà inutile affaticarsi a costruire «modelli» fisiologici delle funzioni mentali.

In questa I serie di *Contributi alla psicologia del tempo, del ritmo e dell'attenzione* escono due lavori condotti sotto la nostra direzione nell'Istituto di Psicologia della R. Università di Firenze. Essi affrontano due fra i problemi accennati nella presente introduzione: il primo esamina i limiti della coscienza della simultaneità nell'apprendimento di sensazioni eterogenee, il secondo porta un contributo di dati per lo studio dell'accertamento dei ritmi motori. L'ampiezza dei due problemi, quali sono stati da noi più sopra definiti, è assai maggiore dei confini in cui le due ricerche sono state qui contenute; e pertanto queste vogliono essere intese come un primo apporto di elementi atti ad orientare, non ancora sufficienti a risolvere in tutti i loro aspetti quelle questioni. Le ricerche verranno proseguite, e i risultati raggiunti e le eventuali conclusioni formeranno l'oggetto di comunicazioni ulteriori.

Segue una Nota di tecnica sperimentale che illustra il metodo [illegible], metodo che tra tutti ha le più larghe applicazioni nella psicologia della percezione del tempo e dell'attenzione.

Tutte le ricerche sono state condotte con metodo rigorosamente obiettivo, secondo l'indirizzo seguito nel nostro Istituto.

II

R. LEWY GUINZBURG

E' possibile l'apprendimento di sensazioni eterogenee come perfettamente simultanee ?

I. - *Il problema.*

Le presenti ricerche, condotte nel Laboratorio di Psicologia Sperimentale della R. Università di Firenze, mi furono suggerite dal Prof. Enzo Bonaventura, con lo scopo di riprendere in esame un problema da lungo tempo discusso dagli psicologi : è possibile apprendere due senzazioni eterogenee (cioè appartenenti a modalità diverse) come perfettamente simultanee ? e, in genere, quali sono le condizioni, quali sono i limiti della coscienza della simultaneità ? Il problema ha un largo interesse sia in relazione ad alcuni aspetti della percezione del tempo, sia anche per lo studio dell'attenzione e del così detto « campo della coscienza ».

Sebbene il problema sia antico, e sia stato affrontato più volte con metodi diversi, non si può dire nè che sia risolto, nè che i suoi vari aspetti siano stati ben chiariti. Ancora nel 1924 il Piéron, riferendo i risultati ottenuti da vari ricercatori, scriveva : « Dans ces recherches, on n'a pas tenu, en général, un compte suffisant de la latence psysiologique des impressions (suivant la nature, le siège et l'intensité des excitations), et on n'a pas suffisamment différencié la perception positive de simultanéité apparente et l'impression de simultanéité résultant de l'absence d'une perception nette de succession ». E concludeva : « Aussi, la question mériterait-elle encore d'être reprise » (1).

(1) PIÉRON, *Les problémes psychophysiologiques de la perception du temps* (Année psychologique, XXII, 1924, p. 12).

Scartato, per le considerazioni suggeritemi dal Bonaventura, il metodo delle « Komplikationsversuche », preferii di affrontare il problema con un metodo più diretto e naturale, cioè producendo due sensazioni eterogenee istantanee, con perfetta simultaneità o in un determinato ordine di successione con intervalli esattamente misurabili; invitando il soggetto a dichiarare, volta per volta, se aveva l'impressione della simultaneità o della successione. Questo metodo venne indicato e fu usato dal Pauli (1), il quale, con un ingegnoso dispositivo, combinando un apparecchio che produce stimolazioni tattili (Reizhebelapparat) con un tachistoscopio, riuscì ad ottenere la produzione perfettamente simultanea di una sensazione tattile e di una senzazione visiva. E giunse alla conclusione che due processi intellettuali (nel caso specifico, il confronto tra due sensazioni tattili d'intensità differente, e il confronto tra due sensazioni visive d'intensità differente) non possono essere compiuti con perfetta simultaneità: prima si compie l'uno, e poi l'altro; e lo spostamento dell'attenzione, nel passaggio dall'uno all'altro, richiede un certo tempo, che un discepolo del Pauli, il Mager, con accurate ricerche ha cercato di misurare (2). Ma sotto diversi aspetti il problema aveva ancora bisogno di essere ripreso. Anzitutto, occorreva stabilire se non solo il compimento di processi intellettuali complessi, come i processi di confronto, ma anche il semplice apprendimento di senzazioni eterogenee con perfetta simultaneità, fosse o no possibile. Inoltre bisognava sperimentare non solo con stimoli obiettivamente simultanei, ma anche con stimoli successivi, potendosi dare il caso che nell'apprendimento di una delle due sensazioni vi fosse (per cause fisiologiche o per cause psicologiche) un certo ritardo, e che, compensando questo ritardo col frapporre un certo intervallo tra gli stimoli, si giungesse a suscitare l'impressione di perfetta simultaneità. Infine, era opportuno prendere in esame il comportamento delle senzazioni uditive rispetto a quelle visive, essendo queste, in generale, le modalità di sensazioni usate anche col metodo delle « Komplikationsversuche ». A questi criteri sono informate le seguenti ricerche.

(1) PAULI, *Psychologisches Praktikum* (2ª ediz., Jena, 1920, pp. 163-167).
(2) MAGER, *Neue Versuche zur Messung der Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung* (Leipzig, 1925).

II. - *Metodo.*

Fu usato il noto Pendolo a contatti del Wundt, (1) opportunamente modificato, per ottenere le due stimolazioni visiva e uditiva: *a)* con perfetta simultaneità, *b*) con intervalli variabili ed esattamente misurabili. All'asta del pendolo fu fissata una lampadina elettrica tipo Mignon, azionata dalla corrente di 2 elementi (3,5 volts), avvolta tutta entro una capsula di carta nera opaca, meno che in un punto anteriore, ampio 2 m.², attraverso il quale passava la luce. L'asta veniva dapprima trattenuta dall'elettrocalamita, che nell'apparecchio Wundtiano si trova al principio dell'arco di oscillazione; interrompendo, mediante un tasto, la corrente dell'elettrocalamita, l'asta recante il punto luminoso cadeva e compiva la sua oscillazione pendolare. L'apparecchio era per intero nascosto da un grandissimo schermo nero opaco, nel quale, in corrispondenza con la posizione verticale del pendolo, era praticata una fessura di 1 mm. di larghezza; perciò, al cadere dell'asta, il punto luminoso passava dietro la fessura e determinava, nel soggetto seduto dinanzi allo schermo, un'impressione visiva rapidissima (durata dell'eccitazione: 0,9 σ). Compiuta l'oscillazione, l'asta veniva arrestata a mano (evitando così ogni rumore) all'altro estremo dell'arco, e la lampadina veniva subito spenta. Con queste indicazioni il lettore ha i dati esatti relativi all'intensità, estensione e durata dello stimolo luminoso.

L'asta poi, nella sua caduta, incontrava uno dei contatti dell'apparecchio del Wundt, urtando nella sua sporgenza girevole, facendola girare e proseguendo quindi nel suo cammino. Nell'urto si produceva un piccolo colpo secco, senza vibrazioni permanenti, che costituiva la stimolazione uditiva. Con esattissimi controlli cronometrici, compiuti mediante un diapason di 1000 vibrazioni semplici al secondo, fu constatato che l'incontro col contatto non produceva alcun sensibile ritardo nella velocità dell'asta (il ritardo, cioè, era in ogni caso inferiore al millesimo di secondo). Fu anche constatato che la velocità dell'asta non variava sensibilmente (nel senso ora precisato) nei punti vicini alla fessura dello schermo. Quando il contatto era situato sulla stessa linea della fessura, l'asta,

(1) WUNDT, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, 6ª ed., 1911, III° vol., p. 382.

cadendo, lo incontrava nel medesimo istante in cui il punto luminoso compariva attraverso la fessura: e pertanto si aveva la produzione degli stimoli visivo e uditivo con perfetta simultaneità obiettiva (cioè risultante tale con le misure di precisione). Tenendo tuttavia conto che il soggetto, di là dallo schermo, si trovava ad un metro dall'apparecchio, fu introdotta nella posizione del contatto una piccola correzione, dato che il suono impiega 3 σ a percorrere lo spazio di un metro. Se dunque l'asta incontrava il contatto 3 σ prima che il punto luminoso comparisse attraverso la fessura, i due stimoli, uditivo e visivo, pervenivano al soggetto (all'orecchio e all'occhio) nel medesimo istante. Questa posizione del contatto fu segnata con lo zero ed assunta come indicante la perfetta simultaneità obiettiva. A partire da essa, furono segnate su apposita graduazione le posizioni del contatto corrispondenti ai diversi intervalli che si volevano ottenere tra il suono e la luce. Così, spostando il contatto a destra dell'apparecchio si otteneva che il suono pervenisse al soggetto 10, 20, 30, etc. σ *avanti* la luce; spostandolo invece a sinistra il suono perveniva al soggetto 10, 20, 30 etc. σ *dopo* la luce.

Nelle pagine seguenti, le notazioni: *30 a, 60 a* etc. significheranno: *il suono perviene al soggetto 30 σ, 60 σ etc. avanti la luce;* le notazioni: *30 d, 60 d* etc. significheranno: *il suono perviene al soggetto 30 σ, 60 σ etc. dopo la luce.* Dopo alcune prove preliminari, che dimostrarono la superfluità di adottare intervalli differenti tra loro di meno di 30/1000 di secondo, fu stabilito di limitare le prove ai seguenti intervalli:

0	0
30 a	30 d
60 a	60 d
90 a	90 d
120 a	120 d

Per ogni soggetto, ogni intervallo veniva ripetuto dieci volte, e lo zero venti volte; ogni serie dunque comprendeva cento prove. Gli intervalli e gli zeri si alternavano, nella serie, in modo affatto irregolare; del resto il soggetto, separato dall'apparecchio e dallo sperimentatore per mezzo del grande schermo, non avrebbe potuto accorgersi di ciò che al di là si faceva.

Gli esperimenti si svolsero in una camera oscura e silenziosa dal dicembre 1926 al febbraio 1927. I soggetti esaminati furono complessivamente 8, maschi, studenti di lettere e filosofia della R. Università di Firenze; saranno designati con le sigle seguenti: I. G.; S. S.; L. W.; L. P.; M. S.; E. C. S.; G. D.; R. N. F.

Ad ogni soggetto, prima dell'inizio dell'esperimento, venivano date le seguenti istruzioni:

« Ella vedrà un piccolo punto luminoso e udirà un piccolo colpo. Deve fare attenzione ed osservare se il suono e la luce Le sembrano perfettamente simultanei; oppure se l'uno precede l'altra o viceversa: oppure se Le sembra che non siano proprio simultanei, pur non potendo dire quale dei due preceda e quale segua. Deve cercare di concentrar bene la Sua attenzione e saper dire tutto quello che prova: p. es. se il Suo giudizio è immediato, facile, intuitivo, oppure se è il frutto di riflessione e di ragionamento, e su che cosa è basato. Volta per volta, oltre alla risposta, dovrà dire se si sente sicuro o se ha qualche dubbio, ed aggiungere tutte le spiegazioni che crederà opportune ».

III. - *Risultati.*

Degli otto soggetti, sei hanno presentato risultati così uniformi da poter essere considerati insieme. Gli ultimi due invece (G. D.; R. N. F.) hanno dato risposte così irregolari che i loro risultati non sono utilizzabili. Non si tratta di casi che deviino dalla regola: si tratta di soggetti che non sono riusciti a concentrar l'attenzione sull'esperimento quanto è necessario per dare delle reazioni attendibili. Così ad es. vediamo in questi soggetti che, una volta preso a dare una certa risposta (p. es. « il suono precede la luce ») continuano a ripeterla in modo uguale ed uniforme, per quanto variino, anche entro limiti vasti, gli intervalli e l'ordine di successione degli stimoli. Sempre si trovano, nei Laboratori di psicologia, dei soggetti non adatti alle prove a cui sono sottoposti, per facili che queste siano. Noi dunque ci occuperemo essenzialmente dei primi sei soggetti: faremo poi a parte qualche osservazione sugli ultimi due.

Le seguenti tabelle riassumono i risultati quantitativi per i sei soggetti complessivamente. La Iª tab. indica, per ciascuno degli intervalli sperimentati, la percentuale delle risposte: (a) il suono pre-

cede la luce: (s) suono e luce sono simultanei; (d) il suono segue la luce.

TABELLA 1ª

Intervalli	% RISPOSTE		
	a	s	d
σ 120 a	88.3	8.3	3.4
» 90 a	80	15	5
» 60 a	58.3	31.7	10
» 30 a	30	45	25
0 (s)	24.2	39.2	36.6
σ 30 d	15	28.3	56.7
» 60 d	8.3	11.7	80
» 90 d	3.3	1.7	95
» 120 d	1.7	6.7	91.6
Medie	33.3	22.7	44

TABELLA 2ª

Intervalli	% V	% C
σ 120 a	88.3	96.6
» 90 a	80	68.3
» 60 a	58.3	65
» 30 a	30	50
0 (s)	39.2	50
σ 30 d	56.7	56.6
» 60 d	80	76.6
» 90 d	95	80
» 120 d	91.6	83.3

La II[a] tab. indica, in una prima colonna (% V), le percentuali delle risposte esatte (casi veri) per ciascuno degli intervalli sperimentati. Si noti che le risposte (a) sono vere per i primi 4 intervalli, false per gli altri; che le risposte (s) sono vere soltanto per lo zero; che le risposte (d) sono vere per gli ultimi 4 intervalli e false per gli altri. Nella seconda colonna (% C) la tabella porta le percentuali delle risposte certe, cioè accompagnate dalla sicurezza soggettiva della loro esattezza; e qui si deve notare che la sicurezza soggettiva può accompagnare tanto risposte vere quanto risposte false, come sarà meglio specificato in seguito.

Da queste tabelle emergono i seguenti risultati:

1) Vi è un certo numero di casi (indicati nella 1[a] tab. nella colonna s) in cui il soggetto dichiara di apprendere il suono e la luce come simultanei, nel senso che non può indicare un ordine di successione tra le due sensazioni eterogenee, nè apprendere un intervallo tra l'una e l'altra. Tuttavia è da notare:

a) che le risposte (s) sono disseminate un poco per tutta la serie degli intervalli esaminati, sebbene, com'è naturale, in proporzione maggiore per gli intervalli più piccoli, e per lo zero;

b) che, peraltro, anche per gli intervalli più piccoli la percentuale delle risposte « s » è sempre assai bassa, e per lo zero (cioè per la simultaneità obiettiva) non raggiunge che il 39,2 % dei casi. Anche quando suono e luce sono obiettivamente simultanei, dunque, nella maggioranza dei casi (60,8 %) sono appresi come successivi. Per nessuno degli intervalli le risposte « s » raggiungono il 50 % dei casi;

c) che le risposte « s » sono un poco più numerose per l'intervallo 30 *a* che per lo zero; cioè, l'apprendimento di suono e luce come simultanei è più facile quando il suono precede la luce di 30 σ, che quando obiettivamente coincidono. Ciò potrebbe testimoniare un lieve ritardo nell'apprendimento del suono rispetto alla luce, e si accorderebbe col fatto notato più sotto (3) che la soglia di successione è più alta per la sequenza suono-luce che per la sequenza luce-suono;

d) che perciò la curva delle risposte « s » è asimmetrica rispetto allo zero; infatti abbiamo percentuali simili per valori differenti degli intervalli, secondo l'ordine di sequenza degli stimoli; p. es. abbiamo 31,7 % per 60 *a*, e 28,3 % per 30 *d*; e così abbiamo 15 % per 90 *a*, e 11,7 % per 60 *d* etc.

2) Nel complesso della serie, le risposte « d » prevalgono sulle risposte « a », e precisamente: *a*) quando gli stimoli sono obiettivamente simultanei, nel 36,6 % dei casi si giudica che la luce preceda il suono, e solo nel 24,2 % dei casi si giudica che il suono preceda la luce: *b*) quando gli stimoli sono successivi, i casi in cui la sequenza suono-luce viene giudicata come sequenza luce-suono, sono più numerosi dei casi inversi.

3) Tra le risposte « s » sono, nella tabella, annoverati i casi in cui il soggetto giudicava il suono e la luce « quasi simultanei », pur non potendo indicare un ordine di successione: essi salgono circa al 10 % delle risposte « s ». Viceversa, nella tabella sono annoverati tra le risposte « a » o « d » i casi in cui il soggetto giudicava in un primo momento le due sensazioni come simultanee e poi si correggeva aggiungendo: « forse il suono precede un poco » oppure « la luce precede un poco ». Tutto ciò vale a restringere sempre più i casi in cui il soggetto aveva l'impressione di una vera e propria simultaneità delle due sensazioni.

4) I casi veri (2ª tab.) raggiungono la percentuale attestante che si è toccata la soglia (cioè il 75 % almeno) per valori differenti degli intervalli secondo l'ordine di successione degli stimoli; e precisamente, la soglia può essere fissata ai 90 σ per la sequenza suono-luce (80 % V), e ai 60 σ per la sequenza luce-suono (80 % V). Dunque la soglia di successione è più bassa per la sequenza luce-suono che per la sequenza suono-luce. Questo risultato non concorda con quello trovato da altri autori (1). È tuttavia da notare che condizioni sperimentali diverse possono dar luogo a risultati diversi: ed è perciò di somma importanza il determinare con estrema precisione, come noi abbiamo voluto fare, le condizioni dell'esperimento e sopratutto l'intensità degli stimoli. Non va dimenticata, infatti, la variabilità della soglia di successione in dipendenza dell'intensità degli stimoli. Dopo che il Knight Dunlap (2) ha mostrato entro quali larghi limiti può variare la soglia di successione delle sensazioni visive col variare dell'intensità degli stimol luminosi,

(1) AGGAZZOTTI, *Sul più piccolo intervallo di tempo percettibile nei processi psichici* (Archivio di Fisiologia, IX, 1911, pp. 523-574); cfr. specialmente i dati e le tabelle a pp. 566-569.

(2) KNIGHT DUNLAP, *The Shortest Perceptible Time-Interval Between Two-Flashes of Light* (Psychological Review, XXII, 1915, pp. 226-250).

ogni volta che si parla di soglia di successione bisogna riferirsi a precisi valori di tale intensità. Ciò del resto apre un nuovo problema, che noi non abbiamo potuto trattare, ed a cui accenneremo sul termine di questo lavoro.

Quanto ai due soggetti (G. D.; R. N. F.) che diedero risultati disformi dalla maggioranza, basti il dire che in essi si ha una eccezionale predominanza delle risposte « a »; ma che ciò è dovuto alla ripetizione continua e quasi meccanica della reazione una volta formatasi (« il suono è prima della luce »), giacchè perfino con gli intervalli nettamente superiori alla soglia si ha una scarsezza eccezionale di risposte esatte. Così il sogg. R. N. F. presenta, per l'intervallo 120 d, una percentuale di casi veri del 30 % e il sogg. G. D. del 40 %, laddove la media dei primi sei soggetti dà una percentuale del 91,6 %. Il comportamento complessivo di questi soggetti attesta la scarsa attendibilità delle loro risposte.

Se passiamo ora ad esaminare il grado di certezza con cui il soggetto esprime i suoi giudizi, troviamo altri fatti interessanti. I dati quantitativi sono raccolti nella tabella 2. In linea generale possiamo osservare quanto segue:

1) L'andamento complessivo della curva dei casi certi segue quello della curva dei casi veri, nel senso che la certezza soggettiva è maggiore per gli intervalli più grandi, superiori alla soglia di successione, ed è minore invece per gli intervalli più piccoli e per lo zero (cioè per la simultaneità obiettiva).

2) Tuttavia per lo zero e per gli intervalli piccoli (di 30 e di 60 σ) gli errori sono più numerosi dei dubbi; invece per gli intervalli lunghi l'esattezza delle risposte supera la certezza soggettiva. In altri termini, per lo zero e per gli intervalli piccoli vi sono molti casi in cui la risposta è errata e tuttavia viene affermata con sicurezza; mentre per gli intervalli lunghi vi sono casi in cui, pur essendo esatta la risposta, il soggetto la esprime con dubbio.

3) La certezza soggettiva accompagna assai di frequente l'errore, come talvolta il dubbio accompagna una risposta esatta. *Il 44 % dei casi falsi viene affermato con piena sicurezza.* Ciò accade meno di frequente quando gli stimoli sono obiettivamente simultanei: infatti in corrispondenza con lo zero troviamo che la percentuale delle risposte false accompagnate da certezza soggettiva scende, in rapporto al totale delle risposte false, al 37 %.

4) Particolarmente notevole è la frequenza del dubbio nelle risposte « s », tanto se sono esatte quanto se sono errate. *Il 42,8 % delle risposte « s » è accompagnato dal dubbio.* Pertanto risulta assai limitato il numero dei casi in cui il soggetto, giudicando le due sensazioni eterogenee come simultanee, ne afferma tale simultaneità con piena certezza. Finalmente, se in rapporto allo zero il numero delle risposte obiettivamente esatte è, come abbiamo detto, del 39,2 %, il numero delle risposte che siano al tempo stesso obiettivamente esatte e soggettivamente certe scende al basso valore del 27,5 %.

Alcuni casi particolari sono in special modo atti a dimostrare questa variabilità della certezza soggettiva, e al tempo stesso anche la mutevolezza di molti giudizi sulla simultaneità e la successione di sensazioni eterogenee. I soggetti erano prevenuti di indicare, quando percepivano il suono e la luce come non simultanei, se a loro sembrava che fossero separati da un intervallo più o meno breve, se le due sensazioni fossero più o meno nettamente distaccate. Esaminando le reazioni dei soggetti, molto spesso troviamo che intervalli oggettivamente uguali (per durata e per ordine di successione degli stimoli) suscitano impressioni differenti. Così ad es. un soggetto (E. C. S.) allo stimolo 90 a risponde una volta: « Il suono viene prima, vi è un distacco piccolissimo »; segue subito dopo il medesimo stimolo, e questa volta il soggetto dice: « Il suono viene prima: vi è un distacco maggiore del precedente ». Lo stesso soggetto, a tre successive stimolazioni 0 (simultaneità obiettiva) dà queste risposte: 1ª « La luce precede; sono incerto »; 2ª « La luce precede; sono sicuro »; 3ª « La luce precede: vi è un intervallo maggiore del precedente; sono sicuro ». Ancora, a due successive stimolazioni uguali 120 d il medesimo soggetto risponde: 1ª « distacco ben chiaro »; 2ª « distacco poco chiaro ». Il sogg. M. S. a due successive stimolazioni uguali 120 a risponde: 1ª « Simultanei; certo »; 2ª « Precede il suono; distacco abbastanza grande ». Il sogg. E. C. S. allo stimolo 90 d risponde: « distacco abbastanza grande »; poi, allo stimolo 120 d, cioè con un intervallo maggiore, risponde: « distacco piccolissimo ». Il soggetto I. G. a tre successive stimolazioni uguali 120 d risponde: 1ª « Simultanei; sicuro »; 2ª « Prima la luce; sicuro »; 3ª Prima la luce; dubbio ». Il medesimo soggetto allo stimolo 60 a risponde: « Prima il suono; sicuro »; segue immediatamente lo stimolo 120 a, cioè un intervallo doppio del precedente, e il soggetto questa volta risponde: « Prima il suono; un distacco *più piccolo* del precedente ».

Ancora, il medesimo soggetto, a due stimoli successivi uguali 90 d risponde: 1ª « Prima il suono; certo »; 2ª « Prima la luce; sicuro ».

Questi esempi mostrano la variabilità e l'incertezza dei giudizi. Essi naturalmente non escludono che vi siano anche molti casi in cui la risposta, oggettivamente esatta, è anche accompagnata dalla sicurezza soggettiva.

Altri dati introspettivi di qualche valore non sono stati raccolti. I soggetti dichiarano concordemente che il loro giudizio è « intuitivo, immediato »; che poi « segue la riflessione »; non sono in grado di spiegare in che cosa consista e su che cosa si appoggi propriamente l'impressione di simultaneità o di successione.

IV. - *Conclusioni.*

Il fatto che nei nostri esperimenti si sia presentato un certo numero di casi in cui il soggetto affermava di apprendere il suono e la luce come simultanei, dichiarandosi inoltre sicuro della sua affermazione, non ci permette di negare in via assoluta che un apprendimento di sensazioni eterogenee (cioè appartenenti a modalità sensoriali diverse) come simultanee sia possibile. Qualunque possa essere il risultato delle ricerche (che noi non abbiamo fatto) in ordine alla possibilità di compiere simultaneamente processi intellettuali complicati (come p. es. giudizi di confronto), dobbiamo riconoscere che, in ordine all'apprendimento di contenuti sensoriali semplici eterogenei, una coscienza di simultaneità è possibile. Tuttavia essa è senza dubbio limitata, imperfetta, variabile e irregolare: *a*) alla simultaneità obiettiva corrispondono con notevole prevalenza (il 60 % dei casi) giudizi di successione; *b*) viceversa, giudizi di simultaneità sono spesso correlativi a casi in cui, obiettivamente, gli stimoli sono successivi, sebbene con maggior frequenza per gli intervalli più piccoli; *c*) tra la coscienza della simultaneità e quella della successione prende posto la « coscienza di non simultaneità », quando il soggetto si accorge che le due sensazioni eterogenee non sono perfettamente unificate nel tempo, ma tuttavia non può, se non ad arbitrio, indicare quale delle due preceda l'altra; *d*) la sicurezza soggettiva non sempre corrisponde all'esattezza della risposta, essendo frequenti i casi dubbi ed in modo particolare in rapporto ai giudizi di simultaneità.

Il concetto di « soglia di successione » per le sensazioni eterogenee deve perciò essere precisato nel senso, che si intende raggiunta la soglia quando è chiaro l'*ordine di successione* dei dati, sì da offrire una percentuale sufficiente (75 % almeno) di risposte esatte. Al di sotto della « soglia di successione » non si ha sempre l'impressione di simultaneità, potendosi appunto avvertire le sensazioni eterogenee come non contemporanee pur non potendosene stabilire l'ordine di successione.

La precisione dei giudizi di successione raggiunge valori più alti (= soglia di successione più bassa) per la sequenza luce-suono che per la sequenza suono-luce, nelle condizioni sperimentali fissate nella presente ricerca.

È probabile che, per deboli ed uguali intensità degli stimoli luminoso e sonoro, l'apprendimento della sensazione uditiva subisca qualche ritardo sull'apprendimento della sensazione visiva. Ma per controllare tale ipotesi, e per stabilire eventualmente le cause di tale ritardo, occorre ripetere le ricerche *variando l'intensità degli stimoli*, e precisamente facendo la prova, sia con stimoli di corrispondente intensità ma ambedue più forti di quelli da noi adottati, sia con stimoli d'intensità diversa, cioè con luce forte e suono debole o con suono forte e luce debole. In tali condizioni, come verrebbe modificata la coscienza della simultaneità e della successione di impressioni sensoriali eterogenee? Tale problema, che noi non abbiamo potuto affrontare e che suggeriamo a compimento delle nostre ricerche, potrebbe, quando fosse risolto, gettare non piccola luce sui fenomeni elementari della percezione del tempo.

III.

R. CAMPANINI ed E. BONAVENTURA

Prime ricerche sui limiti dell'isocronismo nei ritmi motori

Introduzione.

Il carattere essenziale, costitutivo di una serie ritmica, è l'isocronismo degli intervalli temporali tra gli elementi della serie. Perchè infatti una molteplicità di sensazioni successive susciti l'impressione del ritmo è necessario e sufficiente che un gruppo di sensazioni, distanziate tra loro secondo certi rapporti temporali, si ripeta più volte a intervalli uguali e con la medesima configurazione. Il gruppo può essere costituito anche da un solo elemento: se infatti dei colpi si succedono tutti uguali e con intervallo costante, oppure se si preme un tasto col dito più volte ad intervalli uguali, parliamo di colpi ritmici o di movimenti ritmici. Ciò prova che, più che l'accento, è la costanza dei rapporti temporali che genera l'impressione del ritmo; a distruggere tale impressione basta l'irregolarità degli intervalli. Parliamo di *ritmo semplice* quando si abbia la ripetizione monotona di uno stimolo sensoriale, o di un movimento, a intervalli fissi ed uguali. Quando invece il gruppo è costituito di più elementi, variamente intervallati tra loro, parliamo di *ritmo composto:* in tal caso per mantenere l'impressione ritmica è necessaria la ripetizione multipla del gruppo a intervalli uguali.

È importante stabilire entro quali limiti le deviazioni dall'isocronismo degli intervalli temporali siano compatibili con l'impressione del ritmo. Nell'esecuzione di un brano musicale, ad esempio, tutte le battute (ogni battuta costituendo un gruppo) dovrebbero avere durata uguale: ma è certo che, anche senza tener conto delle accelerazioni e dei rallentamenti intenzionali, suggeriti all'artista da

motivi d'indole estetica, una uguaglianza perfetta non viene mantenuta, eppure l'impressione del ritmo non risulta, entro certi limiti, disturbata; e così anche nell'interno di ogni battuta le note di ugual valore dovrebbero avere durata identica, eppure certe disuguaglianze sono ancora compatibili con l'impressione ritmica dell'insieme. Sono state condotte ricerche in questo campo, particolarmente sulle sensazioni uditive, ed hanno condotto a questo risultato singolare, che l'impressione del ritmo è compatibile con deviazioni dall'isocronismo superiori alla soglia differenziale degli intervalli temporali (1). Siano ad es. due intervalli temporali successivi, limitati ciascuno da due colpi: se il primo ha una durata di 1000 σ, il secondo può esser giudicato come uguale al primo se ha una durata inferiore a 1050 σ. Perciò la soglia differenziale relativa nella percezione degli intervalli di tempo può essere fissata a $\frac{50}{1000}$ cioè $\frac{1}{20}$, ed è costante per gli intervalli compresi tra 650 e 1200 σ circa. Per soggetti bene esercitati essa scende a un quoziente inferiore. Viceversa, nell'esecuzione di un brano musicale l'impressione di ritmo non viene disturbata se le deviazioni dall'isocronismo salgono al valore proporzionale di $\frac{1}{8}$, cioè se la durata delle battute oscilla p. e. tra 1000 e 1125 σ.

Se nel campo dei ritmi sensoriali le ricerche sono abbondanti, scarseggiano invece nel campo di ritmi motori. Eppure questi hanno un'importanza scientifica e pratica non minore. Si pensi che in una grandissima quantità di lavori si esige una perfetta regolarità nel compimento di certe contrazioni muscolari; e che molte volte il risultato del lavoro è tanto migliore quanto più si è riusciti a mantenere costante il ritmo dei movimenti. Spesso le sensazioni uditive si aggiungono alle sensazioni tattili, muscolari e articolari dei movimenti e aiutano a conservare il ritmo: così è del passo cadenzato dei soldati durante la marcia, dei movimenti del telegrafista, del mitragliere, del tipografo nell'uso della rotativa, etc. Ma molte altre volte le senzazioni uditive o difettano o sono così scarse e irregolari da non giovare pressochè nulla al mantenimento dell'isocronismo degli intervalli, il quale viene perciò rilasciato tutto al controllo delle sensazioni tattili, muscolari, articolari: così ad es. nel canotaggio e nell'uso di molte macchine silenziose. È noto che fin da antichissimi tempi si è usato accompagnare il lavoro con canti o

(1) V. VERRIER, *L'isochronisme en musique et en poésie* (Journal de psychologie, IX, 1912, pp. 213-232). Cfr. anche WALLIN in Psychological Review, XVIII, 1911.

con suoni ritmici per meglio regolare l'isocronismo dei movimenti (1). Ora si domanda: quando le sensazioni uditive e visive mancano del tutto, quando il soggetto non ha altro mezzo per controllare i suoi movimenti fuorchè le sensazioni tattili, muscolari e articolari, con quale regolarità riesce a mantenere costante il ritmo dei suoi movimenti? cioè, quali sono i limiti dell'isocronismo nei ritmi motori?

Tra i lavori sulla percezione del tempo e dei movimenti che possono essere quì richiamati citiamo quelli ormai vecchi dello STEVENS (1886) e del FULLERTON e CATTELL (1892). Lo STEVENS (2) studiava la percezione degli intervalli temporali col metodo dell'errore medio, coll'intento di controllare l'esattezza della legge di Weber. Lo sperimentatore produceva due colpi con un dato intervallo; il soggetto doveva riprodurre una serie prolungata di colpi mantenendo sempre lo stesso intervallo. Si aveva così un ritmo semplice in cui per altro la regolarità dei movimenti era aiutata dalla percezione uditiva dei colpi. FULLERTON e CATTELL (3) studiavano invece la percezione della durata dei movimenti: al soggetto veniva fatto compiere col braccio un movimento di una certa durata; egli doveva poi ripeterlo molte volte mantenendo uguale la durata; qui erano escluse le sensazioni uditive, ma più che all'isocronismo degli intervalli si badava alla durata dei movimenti. In ogni modo i risultati dei due ricercatori furono in sostanza concordi: lo STEVENS trovò una tendenza spiccata ad allungare gli intervalli nella ripetizione prolungata, cioè a rallentare il ritmo, quando l'intervallo dato all'inizio dallo sperimentatore era già lungo (1500 σ), una tendenza invece ad accelerare il ritmo, quando l'intervallo dato all'inizio era breve (sotto i 500 σ). Si aveva quindi per gli intervalli lunghi una sopravvalutazione degli intervalli successivi sul primo (errore di tempo positivo), per gli intervalli brevi invece una sottovalutazione degli intervalli successivi (errore di tempo negativo). Tra i due gruppi vi era una zona di indifferenza estesa agli intervalli compresi tra 500 e 900 σ. In tutto affini furono i resultati di FULLERTON e CATTELL; anche essi trovarono una tendenza a rallentare i movimenti lenti e ad accelerare i movimenti rapidi, e fissarono circa ai medesimi valori la zona d'indifferenza.

(1) V. il bel volume del BÜCHER, *Arbeit und Rhythmus* (Leipzig, 5ª ediz. 1919) ricco di documenti tratti dalla psicologia e dall'etnografia comparata.

(2) STEVENS, *On the Time Sense* (Mind, XI, 1886, pp. 393-404).

(3) FULLERTON *and* CATTELL, *On the Perception of Small Difference* (Philadelphia, 1892).

Il problema che noi ci siamo proposti è da un lato più preciso, dall'altro più ampio. Da un lato abbiamo voluto escludere in modo rigoroso ogni controllo uditivo e visivo dei movimenti, studiando così il ritmo motore puro; dall'altro abbiamo voluto sottoporre i soggetti all'apprendimento di parecchi ritmi semplici e composti, varî per durata, per configurazione, per difficoltà, in modo da estendere l'indagine a tutto il campo dei ritmi motori e recare così un più vasto contributo così alla psicologia del tempo e del ritmo come alla psicotecnica del lavoro industriale (1).

Tali ricerche sono preliminari e tendono, più che a fissare risultati definitivi, a indicare il metodo e a porre in luce i varî aspetti del problema.

Metodo.

Il soggetto doveva stringere ritmicamente tra l'indice e il pollice della mano destra una piccola peretta di gomma del diametro di 12 mm.; tale leggera contrazione muscolare poteva essere ripetuta lungamente senza suscitare nessun senso di stanchezza. D'altra parte la pressione della peretta, nel cui interno era stato posto un leggero strato di polvere di talco, non produceva il minimo rumore; e perciò il soggetto non aveva altro mezzo di controllo della regolarità dei suoi movimenti che le sensazioni tattili, muscolari e articolari. Così veniva realizzato il ritmo motore puro. Il soggetto veniva anche avvertito di non fare alcun altro movimento nè colle mani nè coi piedi, di non contare nè pronunziare parola neppur sottovoce. La peretta era collegata, mediante un tubo di gomma lungo 140 cm., con una capsula del Marey recante una penna scrivente che periodicamente si sollevava ad ogni pressione della peretta. Questa penna poggiava sul cilindro di un cimografo attorno al quale era avvolta un'ampia striscia di carta affumicata lunga 2 metri. Insieme col

(1) Non abbiamo potuto vedere il recente lavoro del SEASHORE *(Studies in Motor Rythm*, in Psych. Monographs, XXXVI, 1926, pp. 142-189), in cui l'interesse psicotecnico è il principale, mirando ad un esame delle attitudini individuali ai movimenti ritmici, in vista soprattutto dell'educazione musicale. Dalla breve recensione contenuta nell'*Année psychologique* (XXVII, 1927, p. 545) appare che l'A. non ha studiato il ritmo motore puro, ma un ritmo motore accompagnato, e quindi controllato, dal ritmo uditivo. Infatti il soggetto doveva riprodurre i ritmi suggeriti dallo sperimentatore, battendo sopra un tasto di Morse. Noi abbiamo ritenuto necessario sopprimere del tutto il concomitante uditivo.

tracciato dei movimenti veniva sempre preso quello di un diapason di 100 vibrazioni semplici al minuto secondo, in modo da avere la misura del tempo in centesimi di secondo.

I ritmi esaminati sopra ciascun soggetto furono sette e cioè:

1. *Ritmo spontaneo:* il soggetto veniva invitato a compiere contrazioni ritmiche della peretta di gomma, con la velocità che più gli piacesse e gli fosse naturale, solo badando a mantenere costante l'isocronismo degli intervalli una volta scelti, per la durata di cinque minuti.

2. *Ritmo obbligato semplice: intervallo di 75 centesimi di secondo.*

3. *Ritmo obbligato semplice: intervallo di 150 centesimi di secondo.*

In questi due casi, un metronomo batteva un colpo ogni 75, e rispettivamente ogni 150 cent. di sec., per la durata di circa un minuto; il soggetto doveva ascoltare ed iniziare i suoi movimenti in modo che fossero simultanei ai battiti del metronomo. Arrestato quindi il metronomo, il soggetto doveva continuare a fare i movimenti ritmici, per altri cinque minuti, mantenendo inalterato l'intervallo originale.

4. *Ritmo obbligato composto:* gruppo ritmico costituito da intervalli di 25 e 75 cent. di sec. alternati, in modo da formare la seguente figura ritmica:

! ..... ! .... ! ..... ! .... ! ..... ! ....

5. *Ritmo obbligato composto:* gruppo costituito da intervalli di 50, 50, 150 cent. di sec., in modo da formare la seguente figura ritmica:

! .... ! .... ! .... ! .... ! .... !

6. *Ritmo obbligato composto:* gruppo costituito da intervalli di 100, 50, 100 cent. di sec., in modo da formare la seguente figura ritmica:

! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! ....

7. *Ritmo obbligato composto:* gruppo costituito da intervalli di 81, 30, 81, 30, 30, 81, 30, 30, 30, 81 cent. di sec., in modo da formare la seguente figura ritmica:

! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! .... ! .... *(ripete)*

Per la produzione dei colpi nei ritmi composti ci si serviva di un martello elettromagnetico unito col cilindro di un cimografo in un semplice dispositivo a guisa del noto Taktierapparat del WUNDT (1).

(1) WUNDT, *Grundzüge* etc.. 6ª ed., vol. III pp. 29-31, 1911.

Il cilindro era coperto di carta isolante nella quale, a intervalli regolati, erano praticati piccoli fori; sulla carta era appoggiata leggermente una punta metallica, che ogni volta che incontrava un foro, toccando la superficie del cilindro, chiudeva un circuito elettrico nel quale era inserito il martello, che batteva un colpo. La regolarità del cimografo fu ben controllata. Anche in questi ritmi obbligati il soggetto doveva dapprima fare i suoi movimenti insieme ai colpi, e ciò finchè avesse bene appreso l'andamento del ritmo. Dopo uno o due minuti al massimo il martello veniva arrestato e il soggetto doveva continuare a compiere i movimenti col medesimo ritmo per altri cinque minuti.

Durante i cinque minuti in cui il ritmo motore era libero da ogni aiuto uditivo il tracciato veniva preso, in tutta la serie degli esperimenti, tre volte: al principio, per 15''; verso la metà, cioè dopo 2'20'', per altri 15''; alla fine, cioè dopo 4'45'', per altri 15''. Per ciascuno dei 7 ritmi ogni soggetto fece 2 prove: si ebbero quindi 14 prove per ogni soggetto. In ogni seduta, che durava da $^3/_4$ d'ora a 1 ora, ogni soggetto compiva tre prove alternate con periodi di riposo.

I soggetti esaminati furono 6: essi verranno indicati con le seguenti sigle: C. A.; P. B.; P. M.; C. V.; C. N.; M. M.; il primo era studente di medicina, gli altri cinque studentesse di lettere. Va notato che i soggetti C. V. e M. M. studiavano anche musica per la quale mostravano di possedere disposizione ed esercizio; qualche attitudine musicale mostravano anche i soggetti C. A. e P. M. pur non conoscendo musica; infine i soggetti P. B. e C. N. si mostravano affatto negativi in ordine alla disposizione musicale. A tutti questi soggetti porgiamo ringraziamenti per la loro prestazione.

Nell'analisi dei risultati daremo la maggiore estensione ai risultati obiettivi, emergenti dalle misure degli intervalli, dalle medie e dai rapporti che verranno più sotto specificati. Faremo seguire in ultimo alcune osservazioni tratte dalle deposizioni introspettive dei soggetti.

Risultati obiettivi.

I risultati obiettivi di cui conviene tener conto per ben comprendere la fenomenologia dei ritmi motori sono i seguenti:

1. Per il ritmo spontaneo e per i ritmi obbligati semplici:

a) la durata media degli intervalli (m);

b) la variazione media (Vm);

c) la soglia differenziale relativa $\left(\frac{Vm}{m}\right)$;

d) le variazioni della durata media degli intervalli nelle tre fasi in cui veniva preso il tracciato, cioè al principio, alla metà e alla fine dei cinque minuti.

2. Per i ritmi obbligati composti:

a) la durata media dei periodi (M);

b) la durata media degli intervalli lunghi (m_1);

c) la durata media degli intervalli brevi (m_2);

d) il rapporto tra queste due ultime medie $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$;

e) le variazioni della durata media dei periodi nelle tre fasi, cioè al principio, alla metà e alla fine dei cinque minuti.

Nelle tabelle riassuntive questi dati verranno sempre riferiti per ogni soggetto e separatamente per le due prove di ciascun soggetto col medesimo ritmo. Medie generali per tutti i soggetti presi insieme non sarebbero, nel nostro caso, significative.

I tempi saranno indicati sempre in centesimi di secondo (la cifra dopo la virgola indicherà quindi i millesimi).

1. *Ritmo spontaneo.* — La durata media degli intervalli assunti spontaneamente dai soggetti oscilla tra poco più di $^1/_2$ secondo e poco più di 1 secondo. È da ritenere che una serie di contrazioni muscolari più celeri del ritmo di una ogni mezzo secondo oppure assai più lente di una ogni secondo, costituirebbe già un ritmo non spontaneo. Infatti, di sei soggetti, cinque ci presentano una durata media degli intervalli tra 55 e 129 centesimi. Un solo soggetto presenta, in una prova, un ritmo molto più lento, con una media che supera i 2 secondi, e nella seconda prova una media pure assai alta, sebbene inferiore ai 2 secondi. Va notato peraltro che si tratta di un soggetto che ha presentato sempre le maggiori irregolarità ed è parso quasi refrattario alla comprensione del ritmo; ed in ogni caso riteniamo costituisca un'eccezione. Più vaste ricerche statistiche potrebbero forse confermare questa opinione.

Importante è anche il fatto che il medesimo soggetto non assume, nelle due prove, il medesimo ritmo: troviamo ad es. un soggetto che nella prima prova ci presenta una media di 115 centesimi e nella seconda di 91, cioè assume un ritmo assai più celere; mentre un altro passa da 89, nella prima prova, a 129 nella seconda, cioè

ad un ritmo assai più lento. Pare dunque che non si possa affermare che ogni soggetto abbia un suo proprio ritmo fisso di contrazioni muscolari, ma piuttosto che i suoi ritmi spontanei possano oscillare entro certi limiti, più o meno ampi nei diversi soggetti.

Per ciò che riguarda il mantenimento dell'isocronismo degli intervalli nel corso dei cinque minuti, notiamo che *prevale la tendenza ad accelerare verso la fine.* Infatti su 12 tracciati (due per ogni soggetto), 7 mostrano la tendenza all'accelerazione, 2 soli un rallentamento; negli altri 3 il ritmo si mantiene piuttosto costante. La tendenza all'accelerazione si manifesta una volta in tutti i soggetti, e in uno in ambedue le prove.

Riguardo poi al grado di precisione nel mantenimento dell'isocronismo, troviamo differenze considerevoli nei diversi soggetti. Taluno riesce ad osservare una notevole regolarità, tanto da presentare una piccola variazione media e un basso valore della soglia differenziale relativa; come esempio può valere la seguente tabella, che reca la durata degli intervalli nel ritmo spontaneo del sogg. P. B.:

Durata degli intervalli in centesimi di secondo		
al principio	**alla metà**	**alla fine**
59	55	60
64	63	50
58	57	58
53	58	57
61	58	58
54	59	56
58	57	52
58	58	58
56	58	62
60	58	61
Media : 58,1	*Media* : 58,1	*Media* : 57,2
$m = 57,8$; $V_m = 2,2$; $\frac{V_m}{m} = \frac{1}{26}$		

In altri soggetti invece si hanno fortissime oscillazioni, onde la variazione media assume valori molto alti. Così ad es. nel citato sogg. P. M. gli intervalli sono dapprima molto lunghi, superando i 3 secondi, e, dopo diverse oscillazioni, scendono a meno di 2 secondi; la variazione media sale al valore altissimo di 41 centesimi di secondo, e la soglia differenziale discriminativa al forte quoziente di $\frac{1}{5,5}$.

Nella seguente tabella riassuntiva sono raccolti i dati obiettivi principali per ciascun soggetto e per ognuna delle due prove:

Soggetto	Prima prova			Seconda prova		
	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$
C. A.	115,2	7,6	$\frac{1}{15}$	91,8	2,7	$\frac{1}{34}$
P. B.	55,2	4,1	$\frac{1}{13}$	57,8	2,2	$\frac{1}{26}$
P. M.	221,1	41,—	$\frac{1}{5,5}$	161,2	7,3	$\frac{1}{22}$
C. V.	72,2	7,2	$\frac{1}{10}$	56,1	3,9	$\frac{1}{14}$
C. N.	73,5	11,1	$\frac{1}{6,6}$	57,9	5,9	$\frac{1}{9,7}$
M. M.	89,8	2,8	$\frac{1}{32}$	129,7	6,—	$\frac{1}{21,6}$

Come si vede, la soglia differenziale relativa $\left(\frac{Vm}{m}\right)$, che indica il grado di precisione nel mantenimento dell'isocronismo degli intervalli, è assai variabile, non solo nei diversi soggetti, ma pur nelle due prove dello stesso soggetto. Tuttavia, se teniamo conto che nella percezione dei ritmi uditivi l'impressione del ritmo è compatibile con deviazioni dell'isocronismo espresse dal quoziente di $\frac{1}{8}$, non si può dire che nei ritmi motori la precisione sia in genere inferiore a quella dei ritmi sensoriali (uditivi o visivi): anzi, il quoziente è,

nella nostra tabella, quasi sempre più basso, e giunge talvolta ai valori bassissimi di $\frac{1}{32}$ e di $\frac{1}{34}$, inferiori perfino alla soglia differenziale relativa nella percezione degli intervalli temporali limitati da suoni, della durata ottimale di 700 a 1200 σ, soglia che, in media, è di circa $\frac{1}{20}$.

Infine deve osservarsi che in tutti i soggetti, meno che nell'ultimo, la seconda prova presenta rispetto alla prima una precisione maggiore nel mantenimento dell'isocronismo (diminuisce la variazione media e la soglia differenziale relativa). Il caso dell'ultimo soggetto è dovuto probabilmente a stanchezza, come risulta dai dati introspettivi.

2. *Ritmo obbligato semplice: intervalli di 75 cent. di sec.* — Il primo fenomeno generale che si manifesta è una *spiccata tendenza ad accelerare*, cioè ad abbreviare la durata degli intervalli. Appena terminato il battito del metronomo, le contrazioni muscolari si fanno più rapide: questa accelerazione iniziale si presenta in tutti i soggetti e in tutte le prove, senza eccezione: perciò la durata media degli intervalli è, al principio, inferiore ai 75 cent. di secondo. Nel seguito, alcune volte (sette su dodici) si ha una continua accelerazione; altre volte (quattro) un rallentamento, seguito da varie oscillazioni, ed una volta il ritmo si mantiene costante. Ma la media generale è, in undici casi, inferiore ai 75 cent., e in un solo caso uguale al ritmo suggerito. Tale andamento, caratteristico per la sua generalità, è messo in luce dalla seguente tabella:

Soggetto	Prima prova			Seconda prova		
	al principio m	alla metà m	alla fine m	al principio m	alla metà m	alla fine m
C. A.	67,9	84,—	78,9	68,4	78,6	74,8
P. B.	59,7	52,6	54,6	66,5	65,1	66,9
P. M.	65,4	64,4	58,8	67,8	73,—	73,2
C. V.	65,8	62,1	62,3	71,2	80,8	69,1
C. N.	67,—	59,7	56,5	64,5	57,—	51,7
M. M.	63,6	61,3	60,2	64,9	63,—	61,8

Un secondo fenomeno notevole riguarda la precisione nel mantenimento dell'isocronismo, nei confronti con ciò che accade nel ritmo spontaneo. Quì infatti abbiamo sempre delle variazioni da soggetto a soggetto, e anche da prova a prova nello stesso soggetto; ma non sono variazioni così grandi come quelle che si avevano nel ritmo spontaneo. Là infatti la soglia differenziale relativa variava da un massimo di $\frac{1}{5,5}$ a un minimo di $\frac{1}{34}$; quì invece varia da un massimo di $\frac{1}{11}$ a un minimo di $\frac{1}{28,8}$. Sopratutto notevole è la mancanza di alti quozienti, segno che le oscillazioni sono, in questo ritmo obbligato, sempre meno forti che nel ritmo spontaneo; e in ogni caso il ritmo motore ci si presenta non meno preciso dei ritmi sensoriali uditivi, dove il quoziente, come dicemmo, può giungere al valore assai alto di $\frac{1}{8}$.

Nella seconda prova, infine, abbiamo in tre soggetti un miglioramento di precisione, in due soggetti un peggioramento, dovuto quasi certo a stanchezza; un soggetto mantiene invece il medesimo grado di precisione.

Nella seguente tabella sono raccolti i principali dati obiettivi per tutti i soggetti e per tutte le prove:

Soggetto	Prima prova			Seconda prova		
	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$
C. A.	75,9	5,9	$\frac{1}{12,7}$	73,9	4,6	$\frac{1}{16}$
P. B.	55,6	5, -	$\frac{1}{11}$	66,1	2,9	$\frac{1}{22,8}$
P. M.	62,8	3,8	$\frac{1}{16,5}$	71,3	5,8	$\frac{1}{12,2}$
C. V.	63,4	2,3	$\frac{1}{27,5}$	73,7	4,8	$\frac{1}{15,3}$
C. N.	60,—	5,—	$\frac{1}{12}$	57,7	5,1	$\frac{1}{11,3}$
M. M.	61,7	3,5	$\frac{1}{17,6}$	63,2	2,2	$\frac{1}{28,8}$

3. *Ritmo obbligato semplice: intervalli di 150 cent. di secondo.* — Anche qui *prevale la tendenza all'accelerazione*: non peraltro con la costanza dei casi precedenti. Tale tendenza si manifesta, in forme diverse, in quattro soggetti, i quali assumono fino dal principio, appena cessato il battito del metronomo, un ritmo più rapido di quello indicato, e continuano poi o accelerando sempre di più, o mantenendo costante il ritmo già accelerato, o anche ritardandolo lievemente, ma senza giungere (salvo in un caso) alla lentezza del ritmo indicato. Per questi quattro soggetti, dunque, il ritmo di una contrazione muscolare ogni 150 cent. di sec. offre difficoltà notevoli, dipendenti dalla sua lentezza. In uno di questi soggetti la tendenza all'accelerazione raggiunge un grado estremo; vale la pena di riportare, a guisa di esempio, i valori delle durate degli intervalli in una delle due prove di questo soggetto, avvertendo che nell'altra prova si riproduce l'identico fenomeno: sogg. C. N.:

Durata degli intervalli in centesimi di secondo		
al principio	**alla metà**	**alla fine**
140	103	68
127	110	73
123	109	66
133	109	66
123	98	62
124	102	65
128	98	68
141	102	70
128	104	69
125	94	65
Media: 129,2	*Media*: 102,9	*Media*: 67,2
$m = 99{,}7$; $Vm = 22{,}3$; $\frac{Vm}{m} = \frac{1}{4{,}4}$		

Negli altri due soggetti, invece, il ritmo viene fino dal principio rallentato, e il rallentamento prosegue, forte nell'uno, meno accentuato ma pur sensibile nell'altro, fino alla fine. Sono i sogg. C. A. e M. M., il primo dei quali presenta un simile andamento, disforme da quello della maggioranza, anche nel ritmo spontaneo e nel ritmo obbligato di 75 cent. di sec.; il secondo invece, solo in questo caso presenta una tendenza al rallentamento.

Riguardo al grado di precisione nel mantenimento dell'isocronismo, va subito notato che esso è non solo molto vario, ma anche in generale peggiore che nei due ritmi precedentemente considerati. In taluni soggetti la soglia differenziale relativa si presenta infatti con valori assai alti, da $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{5}$ circa; d'altra parte, vi sono soggetti con soglia bassa: uno, particolarmente (C. V.), che raggiunge in questo ritmo la sua maggior precisione. La seguente tabella riassume, per tutti i soggetti e tutte le prove, i principali dati obiettivi:

Soggetto	Prima prova			Seconda prova		
	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$	m	Vm	$\frac{Vm}{m}$
C. A.	194,9	25,2	$\frac{1}{7,7}$	223,5	16,2	$\frac{1}{13,7}$
P. B.	117,2	21,6	$\frac{1}{5,4}$	115,—	21,8	$\frac{1}{5,2}$
P. M.	142,2	8,6	$\frac{1}{16,5}$	138,6	9,—	$\frac{1}{15,4}$
C. V.	150,9	6,2	$\frac{1}{25,9}$	129,3	4,8	$\frac{1}{26,3}$
C. N.	99,7	22,3	$\frac{1}{4,4}$	81,—	25,4	$\frac{1}{3,1}$
M. M.	165,3	13,1	$\frac{1}{12,6}$	173,5	17,3	$\frac{1}{10}$

Qui è anche da notare che tra le due prove non si ha quella differenza che abbiamo osservata nei ritmi precedenti: ogni soggetto presenta un grado di precisione approssimativamente costante.

L'esercizio non esercita dunque alcuna influenza.

Può essere utile riepilogare in una tabella i valori della soglia differenziale relativa nei tre casi sinora esaminati: ritmo spontaneo, ritmo di 75 cent. di sec., ritmo di 150 cent. di sec. Essa metterà in evidenza il grado di precisione nel mantenimento dell'isocronismo nei tre casi:

Soggetto	Ritmo spontaneo		Ritmo obbl. semplice 75 cent. di sec.		Ritmo obbl. semplice 150 cent. di sec.	
	Prima prova	Sec. prova	Prima prova	Sec. prova	Prima prova	Sec. prova
C. A.	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{34}$	$\frac{1}{12,7}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{7,7}$	$\frac{1}{13,7}$
P. B.	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{26}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{22,8}$	$\frac{1}{5,4}$	$\frac{1}{5,2}$
P. M.	$\frac{1}{5,5}$	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{16,5}$	$\frac{1}{12,2}$	$\frac{1}{16,5}$	$\frac{1}{15,4}$
C. V.	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{27,5}$	$\frac{1}{15,3}$	$\frac{1}{25,9}$	$\frac{1}{26,9}$
C. N.	$\frac{1}{6,6}$	$\frac{1}{9,7}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{11,3}$	$\frac{1}{4,4}$	$\frac{1}{3,1}$
M. M.	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{21,6}$	$\frac{1}{17,6}$	$\frac{1}{28,8}$	$\frac{1}{12,6}$	$\frac{1}{10}$

Da questa tabella comparativa risulta che tra il ritmo spontaneo e il ritmo obbligato di 75 cent. di sec. non vi sono differenze importanti riguardo al grado di precisione nel mantenimento dell'isocrcnismo: ambedue comportano forti oscillazioni nel valore della soglia: più forti il ritmo spontaneo, che tuttavia presenta anche le soglie più basse. Viceversa, nel ritmo obbligato di 150 cent. di secondo il grado di precisione è complessivamente più scadente, pur presentando sempre forti oscillazioni da soggetto a soggetto.

Tutti questi elementi ci suggeriscono le seguenti ipotesi conclusive: *Non esiste un ritmo spontaneo fisso per ciascun soggetto, ma le contrazioni muscolari sono fatte spontaneamente con un inter-*

vallo che varia tra poco più di mezzo secondo e poco più di un secondo. Entro questi limiti temporali, un ritmo obbligato (come quello di 75 cent., o tre quarti di secondo) può essere assunto e mantenuto dal soggetto con un grado di precisione analogo a quello con cui viene mantenuto il ritmo spontaneo. Viceversa, fuori di questi limiti (come è il caso del ritmo di 150 cent., o un secondo e mezzo) la precisione nel mantenimento dell'isocronismo diventa peggiore.

4. *Ritmo obbligato composto: Periodo (25-75) cent. di sec.* — Il primo fenomeno importante che s'incontra nei ritmi composti è quello dell'*allungamento della durata media del periodo.* In questo ritmo la durata del periodo dovrebbe essere di 1 sec. (25 + 75 centesimi); ebbene, in undici su dodici prove la durata media del periodo ci si presenta superiore al secondo, da un minimo di 104 a un massimo di 134,4 cent. nelle varie prove dei sei soggetti. Un solo soggetto, in una sola delle due prove, presenta una media di 92,9, di poco inferiore al secondo. La costanza del fenomeno è degna della massima considerazione; ma per comprenderlo e spiegarlo occorre domandarsi a che cosa sia propriamente dovuto l'allungamento del periodo. Vengono forse allungati ambedue gli intervalli costituenti il periodo, oppure uno soltanto di essi? e, in tal caso, viene in prevalenza allungato l'intervallo breve (di 25 cent.) o l'intervallo lungo (di 75 cent.)? Per rispondere a queste domande occorre trovare il valore medio dell'intervallo lungo (m_1) e quello dell'intervallo breve (m_2) e istituire tra queste due medie un rapporto $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$. Infatti, se i due intervalli venissero allungati in modo da mantenere la medesima proporzione che nel ritmo originario, il loro rapporto dovrebbe essere uguale a quello che hanno nel ritmo originario, dove è $\frac{75}{25} = 3$. Se il rapporto $\frac{m_1}{m_2}$ dà valori superiori al 3, ciò significa che l'intervallo lungo viene allungato più dell'intervallo breve; se invece dà valori inferiori al 3, ciò significa che l'intervallo breve viene allungato più dell'intervallo lungo. D'altra parte, i valori di m_1 e di m_2 ci indicheranno se i due intervalli sono allungati o no rispetto a quelli del ritmo originario. P. es. il sogg. P. M. nella prima prova ci dà i seguenti elementi: durata media del periodo 134,4 cent., invece di 100: il periodo dunque nel suo complesso è allungato. Durata media dell'intervallo lungo 95,6 invece di 75; e dell'intervallo breve 38,8 invece di 25: dunque ambedue gli intervalli sono allungati. Rapporto tra i due intervalli 2,4 invece di 3:

dunque viene allungato, in proporzione, assai più l'intervallo breve dell'intervallo lungo.

Nella seguente tabella sono raccolti tutti questi elementi per le due prove di tutti i soggetti. L'indicazione « ritmo originale » riguarda i valori che si sarebbero dovuti trovare se i soggetti avessero riprodotto esattamente il ritmo suggerito dal battito del metronomo:

Soggetto	Prima prova				Seconda prova			
	M	m 1	m 2	$\frac{m\,1}{m\,2}$	M	m 1	m 2	$\frac{m\,1}{m\,2}$
C. A.	132,6	105,5	27,1	3,8	120,9	95,5	25,4	3,7
P. B.	108,8	73,—	35,8	2,—	130,5	93,7	36,8	2,5
P. M.	134,4	95,6	38,8	2,4	124,3	92,8	31,5	2,9
C. V.	110,8	82,8	28,—	2,9	109,—	76,—	33,—	2,3
C. N.	104,—	63,7	40,3	1,5	110,7	69,8	40,9	1,7
M. M.	104,4	74,9	29,5	2,5	92,9	64,—	28,9	2,2
Ritmo originale	100	75	25	3	100	75	25	3

Da questa tabella emerge che, fatta eccezione del sogg. C. A., in tutti gli altri e in ambedue le prove il rapporto $\frac{m\,1}{m\,2}$ è inferiore a 3, ciò che significa che viene allungato, in proporzione, più l'intervallo breve che l'intervallo lungo. L'allungamento totale del periodo è dovuto quindi in parte prevalente ad un allungamento dell'intervallo breve. L'intervallo lungo viene anche esso, per lo più, allungato: solo in tre casi viene accorciato; ma l'intervallo breve viene allungato sempre e in proporzione assai maggiore. Chiameremo *tendenza assimilatrice* la tendenza a diminuire il rapporto tra l'intervallo lungo e quello breve, allungando quello breve, sì che i due intervalli tendano ad assimilarsi. In cinque su sei soggetti — in dieci su dodici prove — agisce la tendenza assimilativa; in taluni, come nel sogg. C. N., in maniera così forte, che l'intervallo lungo viene accorciato,

l'intervallo breve viene allungato, e il rapporto ridotto circa alla metà di quello del ritmo originario. Soltanto nel sogg. C. A. prevale l'allungamento dell'intervallo lungo, e quindi una tendenza differenziatrice. Tale comportamento presenta quì il carattere di un'eccezione; vedremo più oltre che, in altri ritmi composti, la tendenza differenziatrice si presenterà più spesso, sebbene sia sempre meno frequente della tendenza assimilatrice.

Riguardo al mantenimento dell'isocronismo nel corso dei cinque minuti, si nota in undici su dodici tracciati la tendenza al rallentamento della durata degli intervalli. L'unico caso divergente è quello della seconda prova del sogg. M. M., il medesimo caso che offre l'eccezione di un piccolo accorciamento nella durata media del periodo. Il rallentamento è talvolta molto forte. Senza riferire tutti i dati, citiamo solo alcuni esempi significativi. Il sogg. C. A. appena terminato il battito del metronomo assume un ritmo in cui la durata media del periodo è di cent. 114,5 ; alla metà essa è salita a 135,3 ; alla fine dei cinque minuti giunge a 148,7. Nel sogg. P. M. abbiamo, in una prova, al principio 102,6, alla metà 129,2, alla fine 131,4. In altri casi il rallentamento è minore, ma sempre sensibile ; così nel sogg. C. V. abbiamo una volta al principio 105,8, alla metà 109,9, alla fine 111,4.

Concludendo, possiamo dire che in questo ritmo si riscontrano, con una costanza quasi generale, questi tre fenomeni : *allungamento della durata media del periodo ; maggiore allungamento dell'intervallo breve rispetto a quello lungo, e quindi tendenza assimilatrice ; rallentamento progressivo del ritmo nel corso dei cinque minuti.*

5. *Ritmo obbligato composto : Periodo (50-50-150) cent. di sec.* — I fenomeni riscontrati nel ritmo precedente si rinnovano in questo, ma con una costanza assai minore. In generale la riproduzione di questo ritmo non è apparsa facile ai soggetti ; più che tendenze spiccate ad allungare o ad accorciare, a rallentare o ad accelerare, troviamo qui oscillazioni tra l'una e l'altra tendenza, spesso nel medesimo soggetto. Per ciò che riguarda la durata del periodo, in ogni soggetto troviamo che essa è allungata in una prova e accorciata nell'altra ; le variazioni sono notevoli, tanto che uno stesso soggetto (P. B.) ci presenta, nelle due prove, il massimo dell'accorciamento (193,6 invece di 250) e il massimo dell'allungamento (282,9 invece

di 250). Bisogna tuttavia notare che anche queste deviazioni estreme dal ritmo originale non sono tanto gravi quanto nel caso precedente: infatti là, dove il periodo doveva avere la durata di 100 cent. di secondo, una durata di 134,4 rappresentava un allungamento di più di un terzo; quì invece, dove il periodo dovrebbe avere la durata di 250 cent. di sec., una durata di 282,9 rappresenta un allungamento di meno di un settimo, e quella di 193,6 un accorciamento di poco più di un quinto. In proporzione, dunque, la divergenza è qui minore che nel caso precedente. Tutto fa sorgere il sospetto che questa volta entrino in giuoco tendenze contrastanti, che mirino ad imprimere nel fenomeno direzioni opposte, senza che nessuna abbia la forza di prevalere. Qualche aspetto di questo contrasto viene chiarito dalle seguenti considerazioni.

Infatti, altrettanto irregolare quando la durata media del periodo è, nelle varie prove, il rapporto tra la durata media degli intervalli brevi e la durata media degli intervalli lunghi. Tanto i lunghi quanto i brevi sono, a volta a volta, allungati od accorciati. Così ad es., come risulta dalla seguente tabella, il sogg. C. A. in una prova, in cui allunga il periodo, allunga l'intervallo lungo ed accorcia quello breve, onde il rapporto (3,5) è più alto di quello del ritmo originale (3); nell'altra prova, invece, in cui accorcia il periodo, accorcia l'intervallo lungo ed allunga quello breve, onde il rapporto (2,4) risulta inferiore a quello del ritmo originale. Nel complesso, il rapporto è, cinque volte, più alto del ritmo originale, cinque volte più basso, e due volte uguale. Ora noi troveremo, nei due ritmi composti successivi (6° e 7°), una spiccata, evidente tendenza ad *allungare l'intervallo terminale di un periodo;* tendenza facilmente spiegabile, ove si pensi che al termine di un periodo viene spontaneo di fare una breve sosta o pausa, la quale va naturalmente ad allungare l'intervallo terminale. Nel caso presente l'intervallo terminale è proprio quello lungo; onde possiamo supporre che da un lato agisca la tendenza, già precedentemente rilevata, e che troveremo confermata, ad accorciare gli intervalli lunghi (tendenza assimilatrice), e dall'altro la tendenza ad allungare l'intervallo terminale, che qui è appunto l'intervallo lungo: tendenze contrastanti, dal cui conflitto nascerebbe l'irregolarità dei risultati. Questo ritmo è dunque atto a mettere l'una di fronte all'altra delle tendenze opposte, che negli altri ritmi hanno modo di manifestarsi più liberamente.

I risultati obiettivi sono raccolti nella seguente tabella:

Soggetto	Prima prova				Seconda prova			
	M	m 1	m 2	$\frac{m_1}{m_2}$	M	m 1	m 2	$\frac{m_1}{m_2}$
C. A.	234,9	129,5	52,7	2,4	270,2	177,—	46,6	3,5
P. B.	193,6	113,—	40,3	2,8	282,9	189,9	46,5	4,—
P. M.	248,8	154,4	47,2	3,2	277,7	162,3	57,7	2,8
C. V.	239,5	143,3	48,1	2,9	256,8	158,6	49,1	3,2
C. N.	201,9	128,3	36,8	3,4	251,8	126,2	62,8	2,—
M. M.	243,6	147,6	48,—	3,—	264,6	160,8	51,9	3,—
Ritmo originale	250	150	50	3	250	150	50	3

Per ciò che riguarda infine il decorso del ritmo durante i cinque minuti, cinque tracciati rivelano una spiccata tendenza a rallentare, mentre un solo tracciato mostra la tendenza opposta all'accelerazione; negli altri sei si hanno oscillazioni diverse, più o meno ampie, ma nel complesso l'isocronismo è mantenuto con una discreta costanza. La tendenza all'accelerazione si presenta dunque qui come eccezionale, come nel ritmo precedente. È da citare, come esempio di massima regolarità nel mantenimento dell'isocronismo dal principio alla fine, il sogg. C. V.; nella prima prova la variazione media dei periodi è di solo 3,9 centesimi di secondo, onde la soglia differenziale relativa scende al bassissimo valore di $\frac{1}{61}$; e nella seconda prova la costanza è ancor più sorprendente, avendosi una variazione media di 2,3 cent. di sec., con una soglia differenziale relativa di $\frac{1}{111}$! Ricordiamo che si tratta di un soggetto avente spiccata attitudine ed educazione musicale.

6. *Ritmo obbligato composto: Periodo (100-50-100) cent. di sec.* — A differenza del precedente, che in ogni periodo comprendeva due intervalli brevi seguiti da uno lungo, questo comprende un intervallo breve in mezzo a due lunghi. E, a differenza del precedente, questo è risultato a tutti il più difficile ad apprendersi e a mantenersi. Un soggetto (P. B.), poco tempo dopo che il martello elettromagnetico ha cessato di battere, incomincia a trasformare il ritmo, facendo periodi di quattro o cinque intervalli, perdendo non solo la nozione del ritmo originale, ma anche la possibilità di mantenere un andamento costante nei suoi movimenti, e ciò in tutte e due le prove; tanto che non è possibile calcolare le medie per questo soggetto. Anche il sogg. C. V. in una prima prova altera profondamente il ritmo originale; però in altre due prove successive lo mantiene, con le modificazioni che indicheremo. Pure accenni di alterazioni, che tuttavia lasciano la possibilità di calcolare le medie, si hanno nel sogg. C. N., il quale finisce con un ritmo assai diverso dall'originario, e nel sogg. P. M. Gli altri si comportano meglio.

La durata media del periodo risulta allungata in quattro su cinque soggetti (escludiamo di considerare il sogg. P. B.) in ambedue le prove; abbreviata invece nelle due prove del sogg. C. N. Prevale dunque qui nettamente la tendenza all'allungamento del periodo. Ma quali, dei tre intervalli, vengono di preferenza allungati? In generale si può dire: l'intervallo breve (mediano) o si mantiene, con qualche piccola oscillazione, intorno alla durata del ritmo originale, cioè intorno ai 50 cent. di sec., o (in un soggetto) viene accorciato; gli intervalli lunghi (i due estremi) vengono alquanto allungati, meno che in un soggetto. Ed è interessante che i due intervalli lunghi non vengono allungati in modo uguale: per lo più (in otto tracciati su dieci) il secondo, cioè *l'intervallo che chiude il periodo, è fatto più lungo del primo.* Tipico è il comportamento del sogg. C. A., di cui riferiamo a guisa di esempio le durate degli intervalli di alcuni periodi, con la durata complessiva del periodo; di qui risulta: allungamento generale del periodo; intervallo breve accorciato, intervalli lunghi allungati, e tra questi in modo particolare quello che chiude il periodo:

111		118		108		106	
40	278;	41	283;	41	278;	46	271.
127		124		129		119	

Altro esempio, in tutto affine, è quello del sogg. C. V., del quale riferiamo pure alcuni dati evidenti:

$$\left.\begin{matrix}116\\45\\126\end{matrix}\right\} 287; \quad \left.\begin{matrix}111\\48\\124\end{matrix}\right\} 283; \quad \left.\begin{matrix}113\\48\\126\end{matrix}\right\} 287; \quad \left.\begin{matrix}104\\46\\130\end{matrix}\right\} 280; \quad \left.\begin{matrix}108\\46\\124\end{matrix}\right\} 278; \quad \left.\begin{matrix}116\\46\\132\end{matrix}\right\} 294.$$

Questa tendenza ad allungare l'intervallo terminale del periodo si spiega ammettendo che a ben dividere un periodo dall'altro si senta il bisogno di una pausa, la quale va naturalmente ad allungare l'intervallo terminale. Un fenomeno analogo avremo da constatare anche nel ritmo successivo (7°).

Nella seguente tabella sono raccolti i dati consueti per i diversi soggetti e le varie prove. Accanto al valore m_1 (durata media degli intervalli lunghi) si trovano altre due cifre sovrapposte, che indicano

Soggetto	Prima prova				Seconda prova			
	M	m_1	m_2	$\frac{m_1}{m_2}$	M	m_1	m_2	$\frac{m_1}{m_2}$
C. A.	271,—	116,— (111,2 / 121,—)	41,2	2,8	255,3	111,5 (108,3 / 114,7)	32,3	3,4
P. B.	—	—	—	—	—	—	—	—
P. M.	282,4	118,— (108,— / 112,2)	46,4	2,5	265,—	106,3 (117,5 / 96,5)	52,4	2,—
C. V.	269,6	109,4 (103,2 / 115,7)	50,8	2,1	272,9	113,5 (106,7 / 120,2)	45,9	2,4
C. N.	238,7	92,— (97,— / 87,—)	54,7	1,6	231,1	88,7 (88,1 / 89,7)	53,7	1,6
M. M.	253,5	101,2 (96,6 / 105,7)	51,1	1,9	289,2	117,8 (112,3 / 122,6)	53,6	2,2
Ritmo originale	250	100 (100 / 100)	50	2	250	100 (100 / 100)	50	2

la durata media del primo e quella del secondo (terminale) intervallo lungo, allo scopo di mettere in evidenza la maggior lunghezza, in otto su dieci tracciati, dell'intervallo terminale.

Per ciò che riguarda infine il mantenimento dell'isocronismo durante i cinque minuti, non si possono indicare tendenze generali, sebbene sembri piuttosto prevalere quella al rallentamento dei movimenti. Infatti cinque volte su dieci troviamo in forma assai spiccata questa tendenza; mentre quella all'accelerazione si riscontra tre volte chiaramente ed una appena accennata; in un solo caso poi l'andamento iniziale, con qualche oscillazione, viene mantenuto.

7. *Ritmo obbligato composto: Periodo (81-30-81-30-30-81-30-30-30-81) cent. di sec.* — In questo ritmo, che è tra tutti il più complesso, sebbene non sia risultato il più difficile all'apprendimento, troviamo accentuate e generalizzate le tendenze che già ci si sono affacciate nei ritmi composti precedenti. Anzitutto, abbiamo una netta *tendenza all'allungamento della durata del periodo*, in nove su dodici tracciati; l'allungamento è talora molto forte, tanto che il periodo, che nel ritmo originario ha la durata di cinque secondi, diventa, in alcune prove, di sei e quasi di sei e mezzo secondi. Due soli tracciati mostrano invece un accorciamento del periodo; un altro conserva la durata originaria; per gli altri fenomeni, del resto, questi tre tracciati non divergono dagli altri. Fenomeno generalissimo, l'*allungamento del periodo è dovuto ad un prevalente allungamento degli intervalli brevi.* Gli intervalli lunghi (che nel ritmo originario sono di 81 centesimi di secondo) vengono per lo più accorciati, nella media; e se anche vengono allungati, non lo sono tanto quanto quelli brevi. Gli intervalli brevi vengono invece sempre allungati: talvolta al punto, che invece di 30 cent. la media sale a 45,6. In un solo tracciato l'intervallo breve è di poco accorciato: ma, allora, l'intervallo lungo viene accorciato anche di più, in modo che la proporzione rimane sempre a favore dell'intervallo breve. Perciò *il rapporto tra la durata media degli intervalli lunghi e la durata media degli intervalli brevi risulta sempre, senza eccezione, inferiore a quella che dovrebbe essere secondo il ritmo originale.* Talvolta la differenza è fortissima, tanto che il rapporto, invece di 2,7, scende a 1,8 e 1,9.

Di carattere pure generalissimo è il fatto dell'*allungamento dell'intervallo terminale del periodo.* Questo fenomeno, già rilevato

nel ritmo precedente, si accentua qui soprattutto per il fatto che, come le medie dimostrano, esso non soffre eccezioni. In altri termini, dei quattro intervalli lunghi (di 81 cent. nel ritmo originale), l'ultimo, che chiude il periodo, risulta in media più lungo degli altri. Senza stare a riferire lunghe serie di cifre individuali, ci limitiamo qui a riportare le medie nella tabella complessiva, giacchè sono sufficienti a mostrare la generalità del fenomeno. Nella tabella, nella colonna m_1, accanto alla durata media degli intervalli lunghi, si trovano due cifre sovrapposte, le quali indicano: la prima, la durata media dei primi tre intervalli lunghi del periodo; la seconda, la durata media del quarto intervallo lungo (terminale): si vedrà che questa seconda cifra è sempre più alta della prima:

Soggetto	Prima prova				Seconda prova			
	M	m 1	m 2	$\frac{m_1}{m_2}$	M	m 1	m 2	$\frac{m_1}{m_2}$
C. A.	540,4	85,4 { 84,3 89,2	32,5	2,6	468,3	74,— { 71,— 81,—	28,5	2,5
P. B.	640,3	92,— { 84,8 110,5	45,6	2,—	549,6	77,7 { 73,6 87,2	39,6	1,9
P. M.	529,8	77,2 { 74,— 88,5	38,7	2,—	597,7	90,6 { 84,8 106,7	39,1	2,3
C. V.	466,—	67,7 { 64,1 78,7	32,5	2,—	510,3	77,1 { 74,1 86,—	34,1	2,2
C. N.	50[illegible],5	70,6 { 66,7 77,1	37,9	1,8	501,—	70,6 { 70,6 70,8	35,4	1,9
M. M.	601,—	93,5 { 92,5 96,3	37,8	2,4	522,5	81,9 { 80,4 86,5	32,4	2,5
Ritmo originale	504	81 { 81 81	30	2,7	504	81 { 81 81	30	2,7

Circa il mantenimento dell'isocronismo nel corso dei cinque minuti, possiamo rilevare che prevale una certa tendenza a rallentare il ritmo. In sei tracciati il rallentamento è evidente e spiccatissimo. Nel sogg. P. M., ad es., la durata media del periodo, in una prova, è, al principio, di 487 cent. di sec.; alla metà è già salita a 550, e alla fine a 591 ; nella seconda prova è, al principio, di 541 centesimi di sec.; alla metà è salita a 577, e alla fine tocca l'altissimo valore di 685 (quasi sette secondi invece di cinque). Anche nel sogg. M. M. si ha un fortissimo rallentamento in ambedue le prove. Dei rimanenti sei tracciati, uno mantiene l'isocronismo con una notevole regolarità dal principio alla fine (ed è la seconda prova del sogg. C. V.); gli altri cinque presentano oscillazioni, ora accelerano, ora ritardano, talvolta con sbalzi assai notevoli ma senza una direzione determinata. Nessun tracciato presenta una accelerazione costante nel corso dei cinque minuti.

Riepilogando, nei quattro ritmi obbligati composti ci siamo imbattuti nei seguenti fenomeni, ora più ora meno fortemente accennati e talvolta assolutamente generali :

1. *Una tendenza ad allungare la durata media del periodo ;*
2. *Una tendenza ad allungare, in proporzione, più gli intervalli brevi che gli intervalli lunghi (tendenza assimilatrice) ;*
3. *Una tendenza ad allungare, più degli altri, l'intervallo terminale del periodo ;*
4. *Una tendenza a rallentare il ritmo nel corso dei cinque minuti.*

Osservazioni introspettive.

Le osservazioni introspettive dei soggetti hanno in generale, nei nostri esperimenti, scarso interesse. Al termine di ogni prova, il soggetto riferisce le sue impressioni, dicendo se crede di aver mantenuto l'isocronismo, oppure di avere ritardato o accelerato. Non sempre tuttavia le impressioni soggettive corrispondono ai risultati obiettivi : accade talvolta che il soggetto creda di avere accelerato mentre ha rallentato, o viceversa.

Nella maggior parte delle prove i soggetti dichiarano di aver mantenuta, almeno dapprincipio, desta l' attenzione, di aver anzi compiuto un certo sforzo per non rilasciare la tensione mentale

allo scopo di non perdere il ritmo iniziale. Dopo i primi minuti, i movimenti per lo più si automatizzano; e i soggetti hanno l'impressione di esser tanto più precisi e di mantenere tanto più costante l'isocronismo quanto più sono mentalmente « assenti » e quanto più affidano i loro atti al meccanismo motore creato dall'abitudine. Spesso, in realtà, i dati obiettivi confermano questa impressione. Un solo soggetto (M. M.) ha dichiarato di aver proceduto piuttosto meccanicamente sul principio, e di aver solo verso la fine compiuto un maggiore sforzo di attenzione. Del resto dobbiamo ritenere che un automatismo completo non si sia prodotto mai; perchè anche quando il soggetto dichiara di avere proceduto piuttosto meccanicamente, certe brusche variazioni del ritmo dimostrano che, accortosi di sbagliare, ha cercato di correggersi, e quindi non ha perduto il controllo cosciente dei suoi movimenti.

Più interessanti sono le osservazioni relative ai mezzi di cui il soggetto dichiara di valersi per cercare di mantenere l'isocronismo degli intervalli durante i cinque minuti. Nel ritmo spontaneo i soggetti non possono utilizzare altro che le sensazioni tattili e muscolari delle dita durante i movimenti. Per quanto fossero prevenuti di non servirsi dell'aiuto di alcun altro movimento ritmico, non si poteva impedir loro di contare mentalmente, fatto naturale e spontaneo quando si compiono movimenti cadenzati. Ciò del resto non poteva fare altro che aggiungere delle sensazioni muscolari laringee a quelle delle dita: poichè il conteggio era mentale, non si traduceva in alcun suono; siamo dunque sempre nel campo dei ritmi motori. Possiamo domandarci come mai il contar mentalmente costituisca un aiuto per il mantenimento dell'isocronismo degli intervalli. Diverse ipotesi possono qui affacciarsi. L'una è che i movimenti laringei siano, dal punto di vista del ritmo, più precisi dei movimenti delle dita, tanto da poter servire di guida e di controllo a questi. Ci sembra peraltro che questa ipotesi sia improbabile, giacchè, fatta forse eccezione di chi sia educato al canto, i movimenti ordinari degli organi del linguaggio durante il discorso non hanno alcun carattere ritmico; nulla, per lo meno, fa di questi organi uno strumento di misura del tempo più preciso che non siano le dita o la mano o il braccio. Una seconda ipotesi è che le sensazioni laringee, essendo associate coi suoni vocali, valgano a rievocare immagini uditive ritmiche, e che queste costituiscano l'aiuto per il mantenimento dell'isocronismo; in altri termini, quell'aiuto che fornisce la voce del caposquadra

agli operai, o il colpo del tamburo ai soldati, sarebbe fornito, nel nostro caso, da suoni non effettivamente uditi, ma solo mentalmente evocati attraverso la pronunzia subvocale di numeri nel conteggio dei movimenti. Anche questa ipotesi ci sembra poco probabile; giacchè queste immagini uditive sarebbero pur sempre evocate dai movimenti laringei, dei quali dovrebbero seguire l'andamento: onde il fatto primitivo rimarrebbe sempre un ritmo motore: ma allora non si comprende più l'ufficio di queste immagini uditive. Una terza ipotesi ci sembra più probabile: ed è che i movimenti laringei nella pronunzia subvocale di parole servano a frazionare gli intervalli; ed è ovvio che il frazionamento giova a mantenere l'isocronismo. Che poi queste parole siano i numeri, ciò si comprende, trattandosi di una serie di movimenti monotoni, che non potrebbero associarsi altro che agli elementi della serie numerica.

Nei ritmi obbligati, cessato il battito del metronomo o del martello elettromagnetico, ne rimane il ricordo sotto forma di immagine uditiva, e questa può costituire, almeno sulle prime, un aiuto: è come il prolungarsi del ritmo originario uditivo, su cui cerca di modellarsi il ritmo motore. In alcuni soggetti tale rappresentazione mentale acustica si mantiene a lungo, forse per tutta la durata dell'esperimento; in altri invece si perde dopo i primi momenti, e allora la regolazione del ritmo torna a basarsi soltanto sulle sensazioni tattili e muscolari. I primi soggetti sono quelli non privi di educazione musicale; e sono, com'è naturale, quelli che mostrano una maggior precisione.

Un fatto interessante è che, qualunque sia il mezzo di cui si serve, il soggetto dichiara per lo più che per mantenere l'isocronismo degli intervalli procura, volta per volta, di fare un intervallo (o un periodo, nei ritmi composti) *uguale al precedente*: il modello su cui si appoggia per fissare la durata di un intervallo è fornito dall'intervallo appena terminato: tutti quelli anteriori sono come scomparsi dalla sua coscienza. Ciò spiega come una tendenza costituzionale alla sopravalutazione del secondo intervallo sul primo (errore di tempo positivo) possa condurre, nella ripetizione prolungata, ad un graduale allungamento degli intervalli, cioè ad un rallentamento del ritmo: e ciò è quanto abbiamo riscontrato con una notevole prevalenza nei ritmi composti, in rapporto alla durata dei periodi, in accordo coi risultati di STEVENS e di FULLERTON e CATTELL per gli intervalli lunghi. Tuttavia accade talvolta che il soggetto

medesimo, ad un tratto, si ricordi del ritmo originario e si accorga di averlo alterato, ritardando o, qualche volta (come nei ritmi semplici) accelerando. In tal caso, il comportamento dei soggetti è diverso: alcuni non tentano neppure di correggersi e proseguono sulla via iniziata nonostante che siano convinti (come dichiarano) di aver modificato il ritmo originario. Altri invece cercano di correggersi: ma evidentemente non ci riescono, giacchè appena abbandonano la regola di modellare ogni intervallo (o periodo) su quello precedente, si trovano disorientati, vanno a sbalzi, oppure oscillano tra l'accelerazione e il rallentamento, e non riescono più a prendere un andamento regolare. Tutto ciò dimostra che un paragone può esser fatto, con un grado di precisione sufficiente, solo tra durate contigue, in immediata successione; mentre delle durate trascorse, anche se lontane di pochi minuti, rimane un ricordo vago, non adatto a costituire la base di misure temporali comparative.

Considerazioni finali.

I risultati da noi ottenuti giustificano la bontà del metodo della riproduzione multipla e prolungata di un gruppo ritmico per lo studio analitico dei diversi coefficienti psichici che agiscono sul mantenimento dell'isocronismo nei ritmi motori. Queste ricerche preliminari dovranno essere riprese ed allargate sopratutto nelle seguenti direzioni:

1) Estendendo la ricerca ad un maggior numero di soggetti allo scopo di fissare il grado di prevalenza delle tendenze da noi già scoperte nei nostri soggetti, e quindi anche per meglio chiarirne la natura e il determinismo;

2) Ripetendo, sopra ogni soggetto, le prove di un medesimo ritmo, molte volte, in giorni successivi, allo scopo di studiare l'efficacia dell'esercizio e quindi anche i limiti dell'educabilità al mantenimento dell'isocronismo nei ritmi motori; ricerca di notevole interesse anche per la psicologia applicata;

3) Ricercando le eventuali correlazioni dei ritmi motori volontari, da noi studiati, coi ritmi fisiologici dei muscoli lisci (ritmi circolatori, respiratori, etc.).

Dal complesso di queste ricerche, e di quelle già largamente compiute sui ritmi sensoriali, si potrà alla fine salire ad una teoria generale del ritmo.

IV.

ENZO BONAVENTURA

Note di tecnica sperimentale

Il metodo tachistoscopico

Ogni fatto psichico si svolge nel tempo ed ha una durata: non è un oggetto fisso e permanente, ma un processo. Ed è un processo in cui ogni istante è influito dall'istante precedente, cioè è un cangiamento qualitativo in una direzione determinata. Come tutti i processi vitali, i processi psichici sono irreversibili; ogni fase, nello sviluppo evolutivo di un processo mentale, trae tutto il suo valore e il suo significato dal posto che occupa nell'evoluzione integrale del processo stesso.

Di qui la grande importanza che ha, per la conoscenza della vita psichica, lo studio del decorso temporale delle funzioni mentali. Non c'è miglior via per giungere a conoscere la natura e le leggi della vita psichica, che di seguire le diverse funzioni, in cui si esplica e concreta, nel loro primo sorgere, nel loro graduale procedere e svilupparsi fino alle fasi culminanti, nel loro declinare e dissolversi. Così è possibile vedere come i processi psichici si modificano qualitativamente, e insieme determinare le condizioni che ne agevolano o ne ostacolano lo sviluppo.

A ciò giova il metodo tachistoscopico, il quale, inteso in senso largo, consente una compiuta analisi del decorso temporale dei processi psichici. Anzitutto, esso permette di stabilire qual'è la minima durata che uno stimolo esterno deve avere per mettere in funzione l'attività mentale di un soggetto, cioè (da un punto di vista strettamente obiettivo) per determinare una reazione del soggetto in rapporto a quello stimolo. E poichè la parola « stimolo » va qui intesa

nel senso generale di situazione o condizione agente sopra un soggetto, si vede subito quale ampia sfera di ricerche già venga inclusa in questa prima applicazione del metodo. Si tratti ad es. di studiare le più semplici funzioni sensoriali: e allora si potrà determinare la minima durata per cui deve agire uno stimolo luminoso, sonoro, meccanico, chimico, etc., per dar luogo, agendo sopra certi organi recettori, ad una sensazione visiva, uditiva, tattile, gustativa, ecc. Si tratti invece di analizzare una funzione più complessa, come è p. es. la percezione dello spazio: si potrà allora determinare qual'è il minimo tempo necessario perchè due oggetti siano percepiti come situati a distanza diversa; e ciò aiuterà a conoscere i fattori della percezione della distanza, escludendo p. es. che questa possa essere determinata da fattori che, durante il minimo tempo sufficiente al riconoscimento delle diverse distanze, non avrebbero ancora modo di entrare in azione. In questo modo, come è noto, si è potuto dimostrare che i movimenti oculari non sono, come alcuni avevano supposto, la causa preminente del prodursi di certe illusioni otticogeometriche: infatti queste illusioni sorgono anche quando le figure vengono presentate per un tempo tanto breve, che in esso nessun movimento degli occhi potrebbe compiersi. Andando ancora innanzi e complicando le funzioni, si può studiare il tempo per cui uno stimolo complesso deve agire per permettere un chiaro riconoscimento: e qui rientrano le più comuni e ormai classiche esperienze tachistoscopiche sull'apprendimento di lettere, sillabe, parole, segni, figure, presentate per tempi brevissimi. Più complesso ancora del riconoscimento è il processo del confronto: si può ad esempio esporre due figure geometriche di forma e di grandezza differente e invitare il soggetto a giudicare quale delle due presenti la superficie più estesa; cercando anche quì la minima durata di esposizione che consente l'enunciazione di un esatto giudizio di confronto. Infine si può studiare se sia possibile imprimere all'attenzione due direzioni divergenti simultanee, facendo agire per tempo brevissimo stimoli differenti ciascuno dei quali provochi una determinata reazione giudicativa: così p. es. si può nel medesimo istante, e per brevissima durata, esporre alcune figure, facendone rilevare la differenza, e stimolare la pelle con le punte di un compasso, facendone apprezzare la distanza. Questa è una delle forme più complicate di attività mentale che possano essere analizzate col metodo tachistoscopico.

In secondo luogo, il metodo tachistoscopico permette di studiare come si modifica il comportamento del soggetto di fronte a un dato stimolo (nel senso più sopra indicato) a mano a mano che si prolunga il tempo di esposizione o di eccitamento; e quindi quali nuovi aspetti presentano le sue funzioni mentali. Anche qui ci troviamo innanzi ad una vasta serie di ricerche atte a scuoprire caratteri e leggi proprie del funzionamento della vita psichica. Per limitarci a qualche esempio, è noto che se si espone un gruppo di lettere (p. es. dieci lettere staccate) per 4 o 5 millesimi di secondo, non si riesce ad afferrarne e a riconoscerne più di quattro o sei; se si accresce il tempo di esposizione, portandolo a 10, 20, 50, 100 millesimi, non si accresce il numero delle lettere afferrabili e riconoscibili; bisogna arrivare almeno al mezzo secondo, o anche più, perchè si riesca a cogliere un numero maggiore di elementi; se poi si espone il gruppo di lettere per $^3/_4$ di secondo, se ne afferrano otto o dieci: poi di nuovo non se ne colgono più anche se si aumenta il tempo di esposizione per alcuni secondi, finchè poi si riprende a coglierne e fissarne dei nuovi quando s'inizia il processo di memorizzazione. Tale andamento a scatti, o per pulsazioni, dell'attenzione, può essere bene studiato col metodo dell'accrescimento graduale e progressivo del tempo di esposizione o di eccitazione. Nè solo per ciò che riguarda l'estendersi degli elementi appresi in senso quantitativo: anche il modo di muoversi dell'attenzione, la qualità degli elementi successivamente afferrati, i motivi che determinano la loro scelta, cioè, in una parola, la natura della funzione selettiva dell'attenzione, può essere studiata mediante il metodo tachistoscopico.

Finora abbiamo accennato ai risultati che si possono ottenere facendo agire un solo stimolo-situazione, o per brevissimo tempo, o per tempi gradatamente crescenti; uno stimolo più o meno complesso, o anche una situazione costituita da due stimoli dati insieme e quindi presentati come oggetto di un unico atto di apprendimento. Ma è di grande interesse anche lo studio del decorso dell'attività mentale quand'essa si rivolge successivamente sopra più oggetti diversi, quando cioè muta la situazione a cui la mente si rivolge. Questo anzi è il caso della nostra ordinaria esperienza, nella quale non abbiamo mai un atto di apprendimento staccato, nè un oggetto unico immobile, ma una pluralità di oggetti dati successivamente e una successione continua di atti di apprendimento. Come questi atti si modificano per effetto appunto della loro successione? come

muta l'apprendimento di un oggetto per il semplice fatto che è stato preceduto dall'apprendimento di un altro oggetto? Tutta un'altra serie di ricerche si apre qui: potendosi determinare la legge di sviluppo dell'attenzione in rapporto con la varia qualità degli oggetti (situazioni) a cui si rivolge, con la durata della presenza di ciascuno, con la rapidità della successione, con la lunghezza degli intervalli. Tutti i fattori soggettivi ed oggettivi del lavoro mentale, misurabili attraverso i risultati, cioè il rendimento del lavoro stesso, possono così essere esaminati applicando in vario modo il metodo tachistoscopico; e così è possibile seguire a grado a grado lo sviluppo delle funzioni psichiche fino alle loro forme più complesse e nei modi realmente corrispondenti all'esperienza integrale della vita quotidiana.

Per compiere tutte queste ricerche occorrono apparecchi e dispositivi adatti. Essi debbono rispondere ad una esigenza fondamentale: la rigorosa esattezza delle misure cronometriche, e poichè per molte delle accennate indagini l'ordine di grandezza in cui le misure debbono contenersi è quello dei millesimi di minuto secondo (σ), si comprendono le difficoltà tecniche a cui si va incontro. Le presenti note sono appunto dedicate ad una rassegna critica dei principali dispositivi usati, o nuovamente proposti, per le ricerche sperimentali condotte col metodo tachistoscopico.

Insufficienza degli apparecchi a rotazione.

A) *Apparecchi a rotazione continua.* — Uno dei dispositivi più frequentemente usati consiste nel servirsi, come apparecchio di stimolazione, di un cimografo. Si cuopre il cilindro del cimografo con un foglio di carta, sul quale sono scritte, in colonna, le lettere, o le parole, i segni, le figure, etc., che debbono essere esposte; il cilindro viene situato in posizione orizzontale; davanti ad esso si dispone uno schermo che lo cuopre tutto, ma che reca una stretta fessura attraverso la quale il soggetto non può vedere che un solo elemento (lettera, gruppo di lettere, segni, etc.) per volta. Così, quando il cilindro ruota, gli elementi passano dietro la fessura. Aumentando o diminuendo la velocità di rotazione del cilindro si ottiene che ogni elemento impieghi un tempo più o meno rapido a passare dietro la fessura, cioè a rimanere esposto dinanzi al soggetto.

Questo sistema presenta molti inconvenienti: indichiamone i principali: 1) Le variazioni continue della tensione della molla, nel-

l'apparecchio di orologeria motore del cilindro, esigono un continuo controllo cronografico, sotto pena di lasciare incerte le misure. Il cimografo Baltzar presenta una regolarità più che sufficiente quando viene usato per prendere il tracciato di movimenti relativamente lenti, come quelli del polso e del respiro, cui basta misurare in decimi di secondo; ma non più sufficiente nell'ordine di grandezza del millesimo. Alcune mie determinazioni hanno dato i seguenti risultati: dando al cilindro una velocità di circa 4" ogni giro, misure precise dànno i seguenti valori:

dopo 5" dall'inizio del movimento - 1 giro in 4057 σ;
dopo 1/2 minuto e fino a 1 1/2 min. - » 4252 σ;
dopo 2 minuti dall'inizio . . . . - » 4399 σ.

Data la lunghezza del cilindro, un tratto di 1 centimetro (necessario per scrivere una parola, un segno, etc.) impiegherebbe, per passare dietro la fessura dello schermo:

dopo 5" dall'inizio del movimento - 83 σ;
dopo 1/2 min. e fino a 1 1/2 min. . . - 87 σ;
dopo 2 minuti . . . . - 90 σ.

E queste sono medie; è noto che non di rado il cilindro subisce qualche piccolo arresto che rende anche più variabile il decorso dei suoi vari segmenti. E tuttavia questo non è ancora l'inconveniente più grave.

2) È presso che impossibile regolare il tempo di esposizione in modo da variarlo di quantità minime, come si richiede nelle esperienze tachistoscopiche. Supponiamo ad es. di dare al cilindro una velocità tale, che un segmento di 3 mm. (appena sufficienti per contenere un segno piccolino) passi attraverso la fessura dello schermo in 20 σ. Come ottenere il passaggio in 18 o in 22 σ? Il cimografo non è dotato di vite micrometrica; quella che sposta l'ultima ruota lungo l'asta graduata è troppo grossolana; e in ogni caso sarebbe indispensabile un costante controllo cronografico, quanto mai incomodo.

3) Ma l'inconveniente più grave sta nel movimento della figura dietro lo schermo. La figura (o parola, segno, etc.) essendo scritta sul cilindro, si muove con questo per passare dietro la fessura; e il movimento la rende irriconoscibile non appena si superino certi limiti di velocità. Anche qui ho voluto fare alcune determinazioni a guisa di esempio. Supponiamo di scrivere sul cilindro una

parola, contenuta in un rettangolo alto 1 cm.; e si abbiano le migliori condizioni per la visione (carta bianca, inchiostro di china, buona illuminazione del giorno); quale velocità si può dare al cilindro perchè la parola sia leggibile nel suo passaggio dietro la fessura? Al massimo una velocità di 1 giro in 2"; ciò che equivale ad un tempo di esposizione della parola di 40 σ: un tempo, come si vede, molto superiore a quello che altri apparecchi permettono di realizzare consentendo una chiara lettura della parola (3 o 4 σ). Se poi invece di una parola isolata si tratta di una serie di parole successive, la confusione prodotta dal movimento è tale che non si riesce a leggere più nulla; e occorre rallentare assai il cilindro. Il massimo di velocità che permette la lettura di una serie di parole è di 1 giro in 5", che corrisponde a un tempo di esposizione di ogni singola parola di circa 100 σ.

Da queste difficoltà risultano anche le esigenze a cui deve rispondere un buon tachistoscopio: offrire una grande costanza nel tempo di esposizione; permettere variazioni minime esattamente misurabili; permettere l'apprendimento dell'oggetto con un'esposizione rapidissima; tenere immobile l'oggetto.

B) *Apparecchi a scatto.* — Non sono usabili nelle vere ricerche tachistoscopiche, perchè il tempo di esposizione, regolato per lo più con un metronomo, è sempre molto lungo; ma vi accenniamo perchè potrebbero impiegarsi quando si trattasse di esposizioni multiple successive per le quali non fosse necessaria una grande velocità. I tipi più noti sono: la cassetta del Ranschburg e l'apparecchio del Wirth (Gedächtnissapparat). Il cilindro, o disco, che passa dietro lo schermo, invece di ruotare con moto continuo, gira a scatti, regolato da una ruota dentata; ad ogni scatto una nuova parola compare attraverso la fessura, e vi rimane immobile fino allo scatto successivo; la ruota è mossa da un dispositivo elettrico. Questo sistema tende ad evitare il movimento della parola durante il tempo di esposizione; ma, come ben si comprende, non riesce ad evitarlo del tutto, giacchè durante lo scatto la parola è agitata violentemente dietro la fessura. Vi è così un tempo perduto, difficilmente misurabile; tanto più che la perturbazione può variare da soggetto a soggetto, secondo l'attenzione, l'esercizio, l'adattamento, etc. Inoltre il dispositivo elettrico, consistente in chiusure e aperture di un circuito che si alternano rapidamente, non permette mai di superare un limite di velocità, che ai fini delle ricerche tachistoscopiche è del tutto

insufficiente ; p. es. quando si ottengono otto aperture e otto chiusure in un secondo, ciò che porta il tempo di esposizione di ogni parola ad $\frac{1''}{8}$, cioè 125 σ, si è già al massimo consentito dagli apparecchi ; con un'alternanza più rapida l'elettrocalamita non avrebbe tempo di eccitarsi e diseccitarsi. Concludendo, questi apparecchi, utilissimi in altri campi, non possono essere usati per le ricerche tachistoscopiche.

Bisogna dunque escludere tutti i sistemi che fanno muovere l'oggetto (*la parola*). La presentazione dev'essere ottenuta muovendo lo schermo con la fessura davanti all'oggetto immobile.

Insufficienza degli otturatori e di altri apparecchi a molla.

È noto che le migliori macchine fotografiche sono fornite di otturatori a tendina che realizzano il millesimo di secondo. Si potrebbe ottenere l'esposizione tachistoscopica facendo scattare davanti all'oggetto uno di questi otturatori ? Per quanto a prima vista il sistema sembri adatto, nella pratica è anch'esso da scartare. Essendo azionati da una molla, subiscono le inevitabili variazioni di tensione di questa ; e poichè le delicate molle degli otturatori si guastano col ripetuto uso, accade che dopo avere fatto scattare la tendina per cinquanta, cento volte di seguito, non si ha più alcuna garanzia che il millesimo di secondo sia ancora conservato. E il peggio si è che il controllo cronografico (l'unico attendibile) non è applicabile agli otturatori, non potendosi innestare sulla tendina avvoltolata la carta affumicata su cui poserà la penna scrivente del diapason. Infine, questi otturatori portano per lo più graduazioni già stabilite che vanno da $\frac{1}{1000}$ a $\frac{1}{25}$ di secondo, e cioè per durate di 1, 2, 4, 10, 20, 40 σ ; non sarebbe facile ottenere le variazioni intermedie, p. es. i 3, o i 7, o i 12 σ etc.

Queste osservazioni ci fanno scartare in genere gli apparecchi in cui la durata dell'esposizione è regolata in tutto o in parte da una molla. Molti tachistoscopi sono stati costruiti su questo principio : non indugiamo a discuterli uno per uno, offrendo tutti l'inconveniente di una variabilità e di una difficoltà di regolazione che li rendono insufficienti per chi esiga misure estremamente precise. Ma con ciò si restringe assai la scelta degli apparecchi utilizzabili nelle ricerche tachistoscopiche.

I tachistoscopi a caduta.

A) *Osservazioni generali.* — Il sistema che evita la massima parte degli inconvenienti sopra indicati è quello dei tachistoscopi a caduta (*Falltachistoskope*): lo giudichiamo senza confronto il migliore di tutti, pur non essendo immune da difetti. In primo luogo, ottenendosi l'esposizione dell'oggetto mediante la caduta di uno schermo, che lo lascia vedere attraverso una piccola fessura, si giunge al massimo grado desiderabile di costanza nel tempo di esposizione, la caduta dello schermo dipendendo soltanto dalla gravità e dagli attriti, cioè da fattori invariabili. Un medesimo corpo, abbandonato a sè stesso, nelle medesime condizioni cade sempre con la stessa velocità, e quindi impiega il medesimo tempo nel percorrere un dato spazio ; anche se si ripete la prova per mille volte, non ci sono variazioni. Basterà quindi fissare con esattezza il peso dello schermo, l'altezza di caduta, l'ampiezza della fessura e gli attriti, per essere certi che il tempo di esposizione rimane costante per quante volte si voglia ripetere l'esperimento. Inoltre, pur di scegliere valori adatti per questi fattori (peso, altezza di caduta, ampiezza della fessura, attriti), si riesce ad ottenere esposizioni veramente rapidissime : eventualmente anche di frazioni di millesimo di secondo. Se p. es. un corpo, cadendo da certa altezza, impiega 1 σ a percorrere 1 cm., basterà aumentare l'altezza perchè il cm. sia percorso in meno di 1 σ; oppure esporre un oggetto della grandezza di $^1/_2$ cm. per ridurre il tempo di esposizione a $^1/_2$ σ. E ciò non è di poca importanza : uno stimolo luminoso, p. es. una lampadina elettrica di cinque candele, riesce ad eccitare la retina anche se agisce per una frazione di millesimo di secondo ; ora, non c'è altro mezzo sicuro per misurare questo tempuscolo di eccitazione, che di far passare sopra la lampadina uno schermo che cada da una certa altezza e che rechi una piccola fessura attraverso cui il raggio luminoso passi per brevissimo istante. In terzo luogo, applicando allo schermo un foglio di carta affumicata, su cui si appoggi, durante la caduta, la penna di un diapason vibrante, si può ottenere un esatto controllo cronografico del tempo di esposizione. D'altra parte, essendo immobile l'oggetto, il maggior inconveniente degli apparecchi a rotazione viene evitato. Rimane solo un difetto : ed è che l'esposizione delle varie parti dell'oggetto non è perfettamente simultanea : quando la fessura lascia vedere il principio dell'oggetto (p. es. la parte alta delle let-

tere, se si tratta di una parola), il resto è ancora coperto; e quando le ultime parti si scuoprono, le prime sono già nascoste. Questo inconveniente non è evitabile con alcun tipo di otturatore o di schermo: nè coi cimografi, nè cogli apparecchi per la memoria, nè coi sistemi a molla; ma è un difetto che in codesti apparecchi si faceva sentire, perchè l'esposizione doveva essere necessariamente lenta, sotto pena di non lasciar distinguere l'oggetto; mentre quando si riesce ad esporre l'oggetto per tempi così brevi, quanto si può col tachistoscopio a caduta, il difetto è praticamente trascurabile. E d'altra parte, ripetiamo, non c'è alcun modo di evitarlo. O meglio, l'unico modo di evitarlo sarebbe di illuminare l'oggetto in una camera oscura con l'accensione e lo spengimento immediato di una lampada: ma allora si sale a tempi di esposizione molto più lunghi di quelli che si ricercano coi tachistoscopi. Riteniamo dunque che questo sistema sia preferibile ad ogni altro per la costanza delle durate, la facilità di regolarne le variazioni minime, la possibilità di controlli esatti, l'immobilità dell'oggetto, la brevità dei tempi raggiungibili.

B) *Il tachistoscopio a caduta del Wundt.* — Questo apparecchio, la cui notorietà ci risparmia la descrizione, risponde alle suesposte esigenze. Lo schermo, nella sua caduta, abbatte una tendina che ricuopre l'oggetto (un cartellino su cui sono scritte le lettere, parole, figure, etc.), lascia quindi vedere l'oggetto attraverso una stretta fessura, e subito lo ricuopre e nasconde di nuovo alla vista. La durata dell'esposizione si regola variando: 1° l'ampiezza della fessura, che varia da 1 a 60 mm.; 2° l'altezza di caduta dello schermo, per cui il bordo inferiore della fessura può essere portato fino a 41 cm. circa di altezza sopra il cartellino; 3° la velocità di caduta: essendo l'apparecchio costruito sul tipo della ben nota macchina di Atwood, basta variare i contrappesi per modificare la velocità di caduta dello schermo. All'apparecchio sono uniti quattro contrappesi di 80 gr. ciascuno.

La seguente tabella offre un esempio dei tempi di esposizione che si possono ottenere variando i tre elementi sopra indicati. Essa può servire di orientamento generale pei Laboratori di psicologia che posseggano il tachistoscopio del Wundt; è bene tuttavia che ciascuno ripeta i controlli cronografici sul proprio apparecchio, potendoci essere dall'uno all'altro alcune differenze dovute agli attriti. Le indicazioni: $H = 350$, $H = 200$, $H = 50$ si riferiscono all'altezza di caduta della schermo, e significano: l'elettrocalamita

a cui è sospeso lo schermo prima della caduta si trova fissata, sulle colonne dell'apparecchio, rispettivamente al mm. 350°, 200°, 50°. Esse corrispondono ad una distanza del bordo inferiore della fessura dal punto mediano del cartellino, rispettivamente, di 41, 26 e 11 cm.:

Tempi in millesimi di secondo	Ampiezza della fessura in millimetri								
	Quattro contrappesi			Due contrappesi			Un contrappeso		
	H = 350	H = 200	H = 50	H = 350	H = 200	H = 50	H = 350	H = 200	H = 50
σ 1	—	—	—	1,6	1,3	—	1,9	1,6	1,1
» 2	1,8	1,4	1	3,3	2,7	1,8	3,9	3,3	2,3
» 4	3,6	2,9	2	6,7	5,4	3,6	7,8	6,6	4,6
» 10	9	7,2	5	16,7	13,5	9	19,5	16,5	11,5
» 20	18	14,4	10	33,5	27	18	39	33	23
» 40	26	29	20	—	54	36	—	—	46
» 100	—	—	50	—	—	—	—	—	—

L'apparecchio del Wundt presenta alcuni difetti tecnici, il più noto dei quali (che lo ha fatto scartare da alcuni psicologi) consiste nel grave rumore prodotto dallo schermo nella caduta, dalle molle di arresto, dall'urto dei contrappesi. Ma questo difetto può essere attenuato modificando l'apparecchio in qualche particolare; inoltre esso è suscettibile di taluni perfezionamenti. Di tutto ciò si è tenuto conto nella costruzione del Doppio tachistoscopio (1).

C) *Il Doppio Tachistoscopio a caduta di Bonaventura.* — Come abbiamo accennato nell'introduzione, un vasto campo si apre all'in-

(1) Una ingegnosa applicazione del principio dei tachistoscopi a caduta si ha in un apparecchio di costruzione italiana per lo studio del tempo di riconoscimento (v. FLAVIO GAY, *Un apparecchio di presentazione per ricerche sui tempi di riconoscimento*, nell'*Archivio Italiano di Psicologia*, I, 1921, pp. 356-363; cfr. anche II, 1922, pp. 73-92).

dagine psicologica quando si voglia studiare il decorso dell'attività mentale nel suo rivolgersi a più oggetti successivi, stimolata da situazioni diverse. È perciò di grande importanza l'ottenere non più una sola, ma due successive presentazioni tachistoscopiche di oggetti diversi, con un intervallo di tempo, tra la prima e la seconda, esattamente misurabile. Molti problemi dell'apprendimento, dell'attenzione e della percezione del tempo possono essere affrontati soltanto per questa via. A ciò mira il *Doppio Tachistoscopio* di nostra costruzione, fondato sullo stesso principio di quello del Wundt, di cui conserva anche l'aspetto generale, ma adatto appunto alla presentazione successiva di due oggetti con un intervallo di tempo determinabile (1).

Per ottenere la presentazione successiva dei due oggetti (cartellini contenenti lettere, parole, figure, etc.) bisognava soddisfare a queste principali condizioni : *a*) che i due oggetti si trovassero sulla stessa direzione della linea visiva del soggetto, in modo che questi non dovesse muovere lo sguardo per passare dall'uno all'altro ; ciò implicava che i due cartellini fossero situati l'uno dietro l'altro, e che quindi il primo nascondesse il secondo ; vedremo con quale accorgimento tecnico fu superata questa difficoltà ; *b*) che i due oggetti fossero a così breve distanza tra loro, che per passare dall'uno all'altro non si richiedesse alcun apprezzabile mutamento nè nell'accomodazione, nè nella convergenza : ogni mutamento infatti, implicando un adattamento nuovo, sarebbe stato causa di perdita di tempo ed avrebbe alterate le misure cronometriche ; *c*) che fosse esattamente misurabile e variabile a piacere non solo il tempo di esposizione di ciascun oggetto, ma anche l'intervallo tra la presentazione del primo e quella del secondo. Vediamo come l'apparecchio risponda a tutte queste esigenze.

Sopra un piano di legno si alzano due colonne verticali parallele, in ottone massiccio a base quadrata, alte 80 cm. ; nelle loro faccie interne esse recano due scanalature, una anteriore ed una posteriore, in cui scorrono due schermi ; la distanza tra le due scanalature è di soli 20 mm. Le colonne portano, sulla faccia anteriore, a 30 cm. dalla base, una morsetta per sostegno della tendina ante-

(1) Per l'indicazione delle ricerche psicologiche a cui può prestarsi questo apparecchio cfr. la nota da noi pubbl. nella *Rivista di psicologia*, XX, 1924, pp. 76-80. Qui riportiamo soltanto i dati tecnici con qualche maggior particolare.

riore che, come nel tachistoscopio del Wundt, deve, prima dell'esperimento, cuoprire l'oggetto, e che viene abbattuta dallo schermo nella sua caduta; nella faccia interna, tra le due scanalature, le colonne portano altre due morsette, situate ad opportuna altezza sulla base, la prima delle quali sostiene il primo cartellino, la seconda sostiene una seconda tendina; sulla faccia posteriore delle colonne poi una quarta morsetta sostiene il secondo cartellino. Così, prima dell'esperimento, abbiamo, l'uno dietro l'altro: la 1ª tendina, il 1° cartellino, la 2ª tendina, il 2° cartellino. È facile allora comprendere il funzionamento dell'apparecchio. Lo schermo anteriore, cadendo lungo le scanalature, abbatte la 1ª tendina, quindi attraverso la sua fessura lascia vedere al soggetto il primo cartellino. Dopo ciò, lo schermo stesso, mediante due sporgenze che porta nella sua faccia posteriore, abbatte il medesimo cartellino, portandolo in basso e nascondendolo con la sua parte superiore: così lascia libero il campo per la percezione del secondo cartellino. Lo schermo posteriore allora, cadendo, abbatte la 2ª tendina, lascia vedere attraverso la sua fessura il 2° cartellino, che poi ricuopre con la sua parte superiore quando, terminata la discesa, si arresta. La maggior difficoltà tecnica, ben superata nella costruzione, era quella di stringere tante cose — due tendine, due schermi, due cartellini — in uno strettissimo spazio, tanto che la distanza tra l'una e l'altra delle sei parti è ridotta a pochi millimetri. Così i due cartellini distano tra loro di 24 mm. in profondità: distanza tanto piccola che, per un soggetto che si trovi a 60 cm. dall'apparecchio, è sufficiente ad evitare mutamenti sensibili dell'accomodazione e della convergenza.

Il tempo di esposizione di ciascun cartellino può essere regolato, come nel tachistoscopio del Wundt, variando i tre elementi dell'altezza di caduta dello schermo, dell'ampiezza della fessura e dei contrappesi. La massima altezza di caduta corrisponde ad una distanza di 38 cm. tra il bordo inferiore della fessura e il punto mediano del cartellino. L'ampiezza della fessura può variare da 1 a 30 mm., essendosi trovato inutile ottenere ampiezze maggiori, dato che i cartellini in genere non raggiungono neppure tale ampiezza e che la fessura non deve mai essere più larga dell'oggetto che lascia vedere. Infine un notevole perfezionamento fu recato nel sistema dei contrappesi, che possono essere variati di 5 in 5 grammi, permettendo così di modificare e precisare la velocità di caduta degli schermi con una finezza assai maggiore che nell'apparecchio

wundtiano. Infine altri perfezionamenti tecnici sono: l' attenuazione dei rumori, tanto durante la caduta (per la scarsa risonanza delle colonne massicce, mentre nell' apparecchio wundtiano le colonne sono tubulari e vuote), quanto nell' arresto degli schermi (che son fatti battere sopra dei feltri). È anche semplificato lo scorrimento e l' arresto dei contrappesi, sicchè nel complesso il difetto maggiore dell' apparecchio wundtiano, cioè il grave rumore perturbatore, viene evitato.

Per regolare poi l' intervallo tra le due successive presentazioni basta comandare a tempo la caduta dei due schermi. Questi sono perciò sostenuti in alto (come sul tachistoscopio del W.) da elettrocalamite in cui passa la corrente elettrica. Se nei circuiti che comprendono le elettrocalamite si introduce un apparecchio che determini l'interruzione della corrente, in ciascun circuito, con intervalli stabiliti, si ottiene, coi medesimi intervalli, la caduta dei due schermi. Ottimo è a tale scopo l' apparecchio universale a contatti (Zeitsinnapparat) del Meumann, mosso da un cimografo; esso consente di stabilire tutti gli intervalli che si vogliono da 50 σ in su; anche altri tipi di cronometri a contatti possono del resto essere utilizzati. E così tutte le condizioni richieste vengono realizzate. Senza dire poi che il Doppio tachistoscopio può essere usato anche come tachistoscopio semplice, adoprando soltanto lo schermo anteriore, offrendo sempre su quello del Wundt i perfezionamenti tecnici sopra accennati.

Riferiamo anche per il Doppio tachistoscopio, raccolti nelle seguenti tabelle, i risultati di alcune misure, atti a fornire una guida all' uso dell' apparecchio; per quanto sia sempre consigliabile che ciascuno ripeta i controlli prima d'ogni esperienza. Le tabelle sono compilate sul tipo di quella precedente, e i controlli cronografici furono fatti con lo stesso metodo; qui si riferiscono separatamente i dati per lo schermo anteriore e per lo schermo posteriore. Avvertiamo che la graduazione dell' altezza è stata segnata, nel Doppio tachistoscopio, a incominciare dall' alto, mentre nel tachistoscopio del Wundt incomincia dal basso; pertanto l' indicazione H = O indica la massima altezza di caduta (che nell'apparecchio wundtiano è invece indicata da H = 350); e l 'indicazione H = 150 si riferisce ad una posizione iniziale degli schermi più bassa della precedente di 150 mm. I valori dei contrappesi sono dati in grammi. Allo schermo anteriore, più piccolo, è unito, all'inizio, un contrap-

peso fisso di 60 gr., mentre allo schermo posteriore, più grosso e pesante, sta unito un contrappeso fisso di 90 gr.; gli altri pesi vengono aggiunti volta per volta. Si tenga anche conto che l'apertura massima della fessura, in ambedue gli schermi, è di 30 mm.; perciò nelle tabelle non sono dati valori per tempi di esposizione che richiederebbero ampiezze maggiori. D'altra parte il Doppio tachistoscopio deve facilitare le esposizioni più rapide, mentre verso quelle più lente ha un uso più limitato:

SCHERMO ANTERIORE

Tempi in millesimi di secondo	Ampiezza della fessura in millimetri							
	Contrappeso: 260 gr.		200 gr.		120 gr.		60 gr.	
	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150
σ 1	—	—	—	—	1,5	1,2	1,8	1,5
» 2	1	—	1,9	1,6	3	2,4	3,6	3
» 4	2	1,6	3,6	3,2	6	4,8	7,3	6
» 10	5	4	9,6	8	15	12	18,3	15
» 20	10	8	19,2	16	30	24	—	30
» 40	20	16	—	—	—	—	—	—
» 60	30	24	—	—	—	—	—	—

SCHERMO POSTERIORE

Tempi in millesimi di secondo	Ampiezza della fessura in millimetri							
	Contrappeso: 290 gr.		230 gr.		150 gr.		90 gr.	
	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150	H = 0	H = 150
σ 1	1	—	1,2	1	1,5	1,3	1,9	1,5
» 2	2	1,6	2,4	2	3,1	2,6	3,8	3
» 4	4,1	3,2	4,8	4,1	6,3	5,2	7,6	6
» 10	10,3	8,1	12	10,3	15,8	13	19,2	15
» 20	20,6	16,2	24	20,6	—	26	—	30
» 30	30,9	24,3	—	30,9	—	—	—	—

Come abbiamo detto, i contrappesi sono, nel nostro apparecchio, costruiti in modo da poterli variare di 5 in 5 gr., regolando così a puntino la velocità di caduta dello schermo. Come esempio riferiamo, nella seguente tabella, i tempi di esposizione che si ottengono, con lo schermo anteriore, mantenendo costanti l' altezza di caduta (H = O) e l' ampiezza della fessura (10 mm.) e variando il contrappeso di 10 in 10 gr. a partire da 120 gr. :

Contrappeso	**Tempo di esposizione in millesimi di secondo**
gr. 120	σ 13,3
» 130	» 14,2
» 140	» 15,1
» 150	» 16
» 160	» 16,9
» 170	» 17,8
» 180	» 18,7
» 190	» 19,6
» 200	» 20,5

Altezza di caduta costante : H = 0.
Ampiezza della fessura costante : mm. 10.

Questi dati tecnici sono sufficienti a mettere in luce il grado di precisione raggiungibile con l'uso del Doppio tachistoscopio.

Il tachistoscopio multiplo.

Per approssimarsi ancor più alle condizioni dell'esperienza normale è desiderabile provocare un processo continuato di attenzione rivolta ad una molteplicità di oggetti dati successivamente ; ed è molto importante determinare con esattezza il momento di entrata

in azione di ciascuno degli stimoli (situazioni) successivi. Coi metodi del lavoro mentale prolungato questa determinazione non è possibile; anche qui bisogna ricorrere ad un dispositivo tachistoscopico. Naturalmente, non sarà possibile presentare una lunga serie di oggetti: dovremo contentarci di cinque, sei, otto presentazioni successive, e quindi studieremo una breve serie di atti di apprendimento: ma già andremo assai più in là dei limiti ristretti in cui il processo dell'apprendimento può essere studiato col tachistoscopio semplice o doppio. D' altra parte, se una rigorosa precisione di misure non è conciliabile con la presentazione di una lunga serie di oggetti, meglio è rinunziare alla lunghezza della serie che al rigore della misura. Forse nell'avvenire i progressi della tecnica risolveranno il problema in modo da soddisfare a tutte le esigenze. Per ora contentiamoci di dispositivi atti a provocare l' esposizione tachistoscopica di una serie di otto o dieci elementi.

Anche qui troviamo già tentata la soluzione del problema con apparecchi a rotazione. Trascuriamo i cimografi, mediante i quali, come già abbiamo notato, una serie di elementi può essere esposta soltanto con una lentezza compatibile con la lettura di parole che si muovono continuamente; cioè con un tempo di esposizione non inferiore a $\frac{1}{10}$ di secondo per ogni parola. Sono stati costruiti altri apparecchi a rotazione a scatto, con ruote dentate, atti alla presentazione di una decina di elementi (1); ma essi, se sono preferibili ai cimografi, presentano sempre gli inconvenienti già notati per i più noti apparecchi del Ranschburg e del Wirth. Bisogna evitare in modo assoluto il movimento degli oggetti, sia continuo, sia a scatti; e ricorrere quindi al movimento dello schermo con la fessura. Ma il tipo dei tachistoscopi a caduta qui non è più realizzabile; infatti se si volesse fare un tachistoscopio decuplo sul tipo di quello doppio, con dieci schermi, dieci tendine, dieci cartellini, oltre a molti altri inconvenienti (come ad. es. la selva dei cordoncini che sostengono gli schermi) avremmo questo: che l'ultimo cartellino si troverebbe a circa trenta centimetri di distanza dal primo, richiedendo una profonda modificazione dell'accomodazione e della convergenza. Si potrebbe, è vero, evitare la difficoltà servendosi di uno schermo unico, con dieci fessure sovrapposte e, nella faccia

(1) V. HENNING, *Die Aufmerksamkeit* (Berlin u. Wien, 1925), pp. 12-13.

posteriore, delle sporgenze situate nell' intervallo tra una fessura e l'altra, per abbattere l' uno dopo l'altro dieci cartellini dopo averli esposti: questo sarà infatti, come vedremo, il dispositivo adottato nel nostro tachistoscopio multiplo per l'esposizione successiva degli oggetti. Ma la gravità, che nei tipi di apparecchi sopra descritti costituiva il gran pregio e la garanzia di esattezza delle misure, qui complicherebbe in modo singolarmente grave le cose; giacchè ogni fessura, prolungandosi la caduta, passerebbe davanti al cartellino con una rapidità maggiore; le dieci fessure dovrebbero quindi avere un' ampiezza differente, sempre maggiore dalla prima (la più bassa nello schermo) all'ultima; ma perchè la prima avesse un'ampiezza sufficiente per lasciar leggere la parola, l'ultima dovrebbe essere molto più grande; e tra fessure e intervalli chiusi lo schermo dovrebbe essere lungo almeno 70 centimetri: l' intero apparecchio sarebbe alto due metri!

Bisogna dunque rinunziare al moto accelerato della gravità e ricorrere al moto uniforme. Dopo molti tentativi decidemmo di costruire un *tachistoscopio multiplo* a motore elettrico nel modo seguente:

Sopra una base di legno, due sostegni metallici sostengono tra due punte, a guisa di perni, una vite perpetua, di acciaio, lunga 40 cm. e di 16 mm. di diametro; la vite è orizzontale, all'altezza di 5 cm. dalla base, ed è fiancheggiata per tutta la sua lunghezza da due guide metalliche, tenute anche esse da sostegni a 5 cm. dalla base. Tra queste guide scorre un carrello mediante ruote libere estremamente girevoli. Il carrello, che viene così a trovarsi sopra la vite, reca inferiormente un dado a madrevite, che mediante l'azione di una molla può farsi ingranare con la vite stessa; sicchè, quando la vite gira rapidamente attorno al proprio asse orizzontale, il carrello viene trascinato dal suo movimento e si sposta orizzontalmente, da destra a sinistra o viceversa. Tale dispositivo è imitato da quello del carrello automotore nel noto grande Cronografo del Wundt. Il carrello poi reca uno schermo verticale, ad angolo retto col piano, di cm. 6 $\times$ 15, fornito di una serie di fessure a guisa di finestrine poste l' una accanto all' altra, separate da un tratto chiuso, regolabili nella loro ampiezza. Nella faccia posteriore dello schermo, nel tratto chiuso tra una fessura e l' altra, si trova una sporgenza atta ad abbattere un cartellino, come nel già descritto Doppio Tachistoscopio; avvertendo che mentre in quello lo schermo

cade dall'alto al basso, in questo invece si muove da destra a sinistra, e getta quindi sul fianco, in punto coperto, il cartellino abbattuto. Ma le sporgenze situate tra le diverse fessure sono di lunghezza crescente: la prima è lunga 5 mm., la seconda 8, la terza 11 e così via. Dietro al carrello si dispongono, su apposito sostegno indipendente dall'apparecchio, i cartellini, l'uno dietro l'altro alla distanza di 3 mm., sicchè quando il carrello con lo schermo si sposta da destra a sinistra, attraverso la 1ª fessura compare il 1° cartellino: poi la 1ª sporgenza lo abbatte lasciando scoperto il 2°, che viene esposto attraverso la 2ª fessura; poi la 2ª sporgenza lo abbatte lasciando scoperto il 3°, e così via. Se i cartellini sono dieci, occuperanno, in profondità, uno spazio complessivo di soli 3 cm.: e pertanto non si richiederanno spostamenti sensibili nell'accomodazione e nella convergenza per il passaggio dal primo all'ultimo.

La vite porta, ad una sua estremità, una ruota di trasmissione con scanalature di diametro diverso, nelle quali si può far passare un cinghiolo di cuoio collegato con un motorino elettrico; così il movimento viene trasmesso alla vite e il carrello si sposta orizzontalmente. Le variazioni di velocità si possono ottenere in due modi: 1° passando il cinghiolo per una scanalatura di diametro più lungo o più breve (nel nostro apparecchio sono quattro, dei diametri di 3, 6, 9, 12 cm.); 2° inserendo delle resistenze nel circuito. Si potrebbe usare anche un motore meccanico, come nel citato Cronografo del Wundt, ma sarebbe allora difficile ottenere le velocità che occorrono per le ricerche tachistoscopiche. Infine dispositivi particolari, nella cui descrizione non occorre indugiare, permettono al carrello di uscire dall'ingranaggio della vite appena terminata l'escursione, e di isolarlo dalla vite per spostarlo a piacere lungo le guide.

Questo apparecchio permette dunque di realizzare l'esposizione successiva di una molteplicità di oggetti per tempi uguali determinati, ai fini di un'analisi approfondita del processo di apprendimento e delle oscillazioni dell'attenzione. Esso evita soprattutto l'inconveniente del movimento dell'oggetto esposto, inevitabile negli apparecchi a rotazione continua o a scatto. Presenta tuttavia ancora un difetto: ed è che l'intervallo tra le successive presentazioni non è regolabile indipendentemente dalla durata di esposizione di ciascun oggetto. Mutando l'apertura delle fessure nello schermo si può estendere o diminuire il tratto chiuso tra due fessure successive: ma evidentemente i due elementi sono connessi in modo, che quanto

più ampia è la fessura, tanto meno esteso è il tratto chiuso, e viceversa. Sotto questo rispetto l'apparecchio conserva lo stesso svantaggio di un cimografo sul cui tamburo sia scritta una serie di parole successive a determinate distanze. Ma si può in parte rimediare anche a questo inconveniente, contentandosi di un numero più limitato di oggetti da esporre: si può, infatti, lasciar chiuse alcune delle fessure, e così intervallare a piacere le successive esposizioni. Supposte p. es. una velocità del carrello e un'apertura della prima fessura per cui l'esposizione del primo cartellino abbia una durata di 10 σ, il tratto chiuso tra la prima e la seconda fessura corrisponderà ad un intervallo di 90 σ, ma lasciando chiusa la seconda, otterremo un intervallo di 190 σ, e lasciando chiusa anche la terza, un intervallo di 290 σ, e così via. Certo, potremo così esporre un numero di cartellini più limitato. Ma insomma anche a questa deficienza l'apparecchio consente di ovviare in modo soddisfacente; onde ci sembra sia, tra tutti quelli sinora costruiti o immaginati, quello che offre i maggiori vantaggi e permette le più larghe applicazioni.

Il Pendolo luminoso.

Una folla di problemi di grandissima importanza per la psicologia e per la gnoseologia si addensa intorno ai fenomeni elementari della percezione del tempo e del movimento. Tempo e movimento sono, con lo spazio, i concetti fondamentali delle scienze fisiche; tutte le misure fisiche del tempo e del movimento dipendono dal grado di precisione dei nostri giudizi comparativi relativi alla durata, alla successione, alla velocità. È perciò del più grande interesse lo stabilire, con la maggiore esattezza possibile, i rapporti costanti tra condizioni obiettive e condizioni subiettive nella formazione e nella variabilità dei giudizi stessi. Così ad esempio: quale è la minima durata che uno stimolo luminoso di data intensità ed estensione deve avere per giungere ad eccitare la retina? e poi: come varia questa minima durata col crescere o col diminuire dell'intensità e della estensione dello stimolo? È noto che, almeno entro certi limiti, l'intensità e la durata sono coefficienti di eccitabilità inversi e sostituibili a vicenda: col crescere dell'intensità dello stimolo, una durata di esposizione minore è sufficiente per determinare una sensazione; e così pure, una esposizione più lunga di uno stimolo di certa inten-

sità equivale, per l'effetto sensoriale, ad una esposizione più rapida di uno stimolo di intensità maggiore. Se vi è una legge fissa di dipendenza funzionale di questi due fattori, è molto importante stabilirla ai fini di un'analisi dei fenomeni elementari dell'attività percettiva. E così anche pei rapporti tra durata ed estensione dello stimolo.

Un secondo gruppo di problemi riguarda la misura della soglia di successione delle sensazioni. E trattandosi di sensazioni visive occorre stabilire: il valore della soglia di successione (e quindi il limite superiore della percezione della perfetta simultaneità degli stimoli) quando gli stimoli luminosi, di data intensità, cadono nel medesimo punto della retina, succedendosi con un certo intervallo; e come varia tale valore, al solito, col variare dell'intensità degli stimoli, giacchè la percezione della successione è in tal caso legata alla permanenza delle immagini consecutive. Poi: il valore che assume la soglia di successione quando gli stimoli cadono in punti distinti della retina (cioè si succedono in punti differenti del campo visivo); e come varia questo valore, non solo col variare dell'intensità degli stimoli, ma anche col variare della loro distanza (misura questa di notevole importanza nelle osservazioni astronomiche). È noto ad es. che se gli stimoli sono molto vicini, quando si succedono rapidamente si ha l'impressione di un punto solo che si muove onde alla percezione della successione si sostituisce la percezione del movimento. Ed anche qui occorre stabilire, se esiste, la legge di dipendenza funzionale della soglia di successione dall'intensità e dalla distanza relativa degli stimoli.

Un terzo gruppo di problemi tocca i rapporti tra simultaneità, successione e movimento (1). Sia una molteplicità di punti luminosi successivi e distinti nello spazio: quale intervallo è necessario lasciar correre tra di essi perchè si riconosca l'ordine di successione degli stimoli? e questo intervallo è uguale, o maggiore, o minore, della durata che deve avere il movimento di un punto luminoso unico perchè si riconosca la direzione del moto? e, anche qui, come variano questi rapporti col variare dell'intensità degli stimoli? Infine:

(1) Alcuni di questi problemi sono stati svolti in un nostro articolo: BONAVENTURA, *La percezione visiva del movimento* (Archivio Italiano di Psicologia, V, 1926, pp. 31-45) ove è pure un cenno al Pendolo luminoso quì più ampiamente descritto.

qual precisione possono raggiungere i nostri giudizi sulle differenze di velocità del movimento? e, ancora, come si modifica tale precisione in rapporto con la diversa lunghezza e durata del movimento stesso? Giacchè due movimenti possono avere la medesima durata, pur essendo di lunghezza differente, oppure una durata diversa, pur essendo della medesima lunghezza, quando se ne alteri la velocità.

L'interesse di tutte queste ricerche appare anche più grande quando si pensi che esse, a differenza della maggior parte degli esperimenti psicologici, realizzano le condizioni identiche in cui si svolgono le misure fisiche del tempo e del movimento. Come si giudica se un movimento è uniforme, o accelerato, o ritardato? se due durate, o due intervalli successivi, sono uguali o differenti? se due fenomeni sono simultanei o successivi? Qui la psicologia e la fisica si uniscono; o, meglio, la ricerca psicologica cerca di fissare i limiti di precisione, e quindi di attendibilità, delle misure fisiche. Se noi abbiamo insistito sul fattore dell'intensità degli stimoli, è perchè esso può illuminarci sulla parte che i coefficienti fisiologici esercitano nel determinare i nostri giudizi sensoriali comparativi; ma è evidente che altre importanti cause di variabilità, che debbono essere precisate, consistono nell'attenzione, nell'esercizio, nell'adattamento, nel coefficiente personale.

Ad affrontare questa massa di problemi, con quelle garanzie di esattezza che si debbono sempre esigere in tali minute ricerche psicologiche, può giovare assai un apparecchio di nostra costruzione, il *pendolo luminoso,* che ci accingiamo a descrivere. Per la sua semplice struttura esso può facilmente essere riprodotto in ogni laboratorio. L'apparecchio consiste in un sostegno verticale, alto 68 cm., fissato sopra una larga base, su cui il sostegno si erge perpendicolare. In cima al sostegno due perni tengono un'asta di legno pendente, lunga 46 cm., che, oscillando, costituisce il pendolo. All'estremità inferiore dell'asta si trova fissata una lampadina elettrica tipo Mignon, azionata dalla corrente di due elementi di una cassetta di accumulatori Hensenberger J 2 (corrispondente a 3,5 Volts); la lampadina è tutta avvolta in una capsula di carta nera opaca, meno che in un punto anteriore, dell'ampiezza di 2 mm.^{2}, attraverso il quale passa la luce: questo è dunque il punto luminoso che funge da stimolo visivo. È evidente intanto che si può variare l'intensità dello stimolo, variando la portata della lampadina, o la corrente; e

la sua estensione, facendo più ampia o più stretta l'apertura anteriore della capsula.

La lampadina è unita alla cassetta degli accumulatori mediante sottilissimi fili di rame, di $\frac{1}{10}$ di mm., i quali vengono fatti correre dietro l'asta, che risalgono per tutta la sua lunghezza opportunamente fissati, fino ai perni; di qui si svolgono liberi: e pur di lasciarli lunghi, avvolti in larghe anella, si può evitare che intralcino in alcun modo il movimento del pendolo. L'asta, oscillando, sposta il punto luminoso; onde se la si lascia cadere da altezze differenti, il punto luminoso raggiunge, nei punti vicini alla posizione verticale dell'asta, velocità differenti. Per stabilire l'altezza di caduta (angolare) dell'asta, al sostegno verticale si trova unito un quadrante, il cui centro coincide col centro di oscillazione dell'asta, suddiviso in gradi; così si può lasciar cadere l'asta da 100 gradi, da 90° (asta orizzontale), 80° etc. fino alle più piccole altezze, che danno le più basse velocità.

Il vantaggio di questo dispositivo è di ottenere una costanza pressochè assoluta nella velocità del punto luminoso. Essendo costanti gli attriti, il peso e la lunghezza dell'asta, ogni volta che il pendolo cade da una medesima altezza la velocità del punto luminoso è identica: non ci sono molle che mutino di tensione, nè altri elementi variabili. Infatti i controlli cronografici diedero risultati della maggior precisione desiderabile. Per fare il controllo basta sostituire alla lampadina elettrica un piccolo sostegno recante un cartoncino di carta affumicata ed avente lo stesso peso della lampadina. Accostando alla carta, mentre il pendolo oscilla, un diapason di 1000 vs. al secondo, fornito di penna scrivente, e posto in corrispondenza con la posizione verticale dell'asta, si ottiene un grafico che indica, in millesimi di secondo, il tempo impiegato dal punto luminoso a percorrere un dato spazio, p. es. di 2 cm., nel tratto vicino alla posizione verticale dell'asta.

Per avere delle esposizioni del punto luminoso della durata che si vuole basta far oscillare il pendolo dietro uno schermo opaco nel quale sia praticata una fessura verticale di grandezza variabile e regolabile. Per impedire in modo rigoroso che il soggetto si accorga delle manipolazioni dello sperimentatore è opportuno chiudere con un grande schermo, di carta nera opaca sostenuta in un telaio di legno, la porta di comunicazione tra due stanze: preferibilmente, tra due camere oscure comunicanti se il Laboratorio ne è fornito. Nella prima è situato l'apparecchio e sta lo sperimentatore, nella

seconda siede il soggetto: unico punto aperto tra le due camere è la fessura praticata nello schermo. La fessura deve avere la forma di un arco di cerchio di raggio uguale alla lunghezza del pendolo tra il pernio e il punto luminoso; la regolazione dell'ampiezza può farsi mediante due settori metallici scorrevoli tra due guide: quando i settori combaciano, la fessura è chiusa; se si allontanano più o meno, si ottengono aperture più o meno ampie. Una graduazione, lungo le guide, permette di misurare l'ampiezza della fessura. Se i settori sono costruiti con molta precisione, un occhio e una mano esercitati riescono a modificare l'ampiezza di $\frac{2}{10}$ di mm. Vediamo allora quali durate di esposizione del punto luminoso si possano ottenere. I dati seguenti si riferiscono all'apparecchio costruito nel nostro laboratorio: sopra ogni nuova costruzione dovranno essere ripresi, giacchè il peso del legno, la lunghezza dell'asta, gli attriti dei perni bastano a modificare la durata dell'oscillazione da pendolo a pendolo, mentre, per ogni pendolo, sono fattori costanti.

Portando l'asta a 91°, il punto luminoso raggiunge, nei tratti vicini alla posizione verticale, la velocità di 3 σ in un centimetro. Una fessura di 1 mm. perciò lascerà esposto il punto luminoso per 0,3 σ; una fessura di $\frac{2}{10}$ di mm., che consideriamo come la più piccola ottenibile con esattezza senza l'uso di viti micrometriche, lascerà esposto il punto luminoso per 0,06 σ, cioè per sei centomillesimi di secondo. Ci avviciniamo così all'ordine di grandezza del tempo di latenza delle stimolazioni visive anche di una certa intensità. Per ottenere durate di esposizione più lunghe si potrà procedere in due modi: abbassare il punto di partenza dell'asta, mantenendo immutata l'ampiezza della fessura, cioè l'escursione del punto luminoso nel tratto visibile dal soggetto; oppure amplificare la fessura lasciando immutato il punto di partenza. La seguente tabella può servire di esempio: essa indica la durata di esposizione del punto luminoso, in σ, per un'ampiezza della fessura di 10 mm. e per diversi punti di partenza (segnati in gradi sul quadrante) dell'asta sul pendolo.

La velocità dell'asta si mantiene sensibilmente costante per un'escursione di 50 mm. (cioè: da 25 mm. prima a 25 mm. dopo la posizione verticale dell'asta). Dando quindi alla fessura l'ampiezza di 50 mm. le durate dell'escursione segnate nella tabella vengono moltiplicate per cinque. Queste ampie escursioni vanno impiegate quando si indaghi la percezione della velocità: mantenendo costante

la fessura, ai cinque centimetri, e variando il punto di partenza dell'asta, potremo ottenere velocità di movimento variabili da 15 a 45 σ entro i limiti segnati nella tabella.

Punto di partenza dell'asta in gradi	Durata dell'escursione (lunghezza: 10 mm.) in σ
91°	3
67°	4
53°	5
44°	6
39°	7
35°	8
30°	9

Per studiare poi l'apprendimento della successione si può, modificando i settori, stabilire due fessure, ciascuna p. es. dell'ampiezza di 1 mm., e separate tra loro da un tratto chiuso di 10 mm.: allora, facendo cadere p. es. l'asta da 53°, avremo due stimolazioni visive di $\frac{1}{2}$ σ ciascuna, separate da un intervallo di 5 σ. È facile vedere come si possano ottenere diversi valori. Si può anche, allo stesso modo, con opportuni settori, stabilire tre, quattro, cinque fessure, e studiare così la percezione della successione di una molteplicità di stimoli luminosi successivi, con determinati intervalli, a certe distanze, e di minime regolabili durate. Così il pendolo luminoso si presta alla maggior parte delle ricerche attinenti alla percezione della simultaneità, del cangiamento e della successione, cioè alle basi su cui poggiano le nozioni di tempo e di moto.

Osservazioni finali.

Gli apparecchi descritti nella presente Nota permettono di affrontare quasi tutti i problemi psicologici ai quali può applicarsi il metodo tachistoscopico, particolarmente nel campo della percezione

del tempo e del movimento, dell'atto di apprendimento e dell'attenzione. Tutti i casi in cui si richiedono tempi di esposizione brevissimi, variabili a volontà dello sperimentatore, rientrano nei limiti d'uso di questi apparecchi; ne restano fuori solo quelle ricerche sull'attenzione in cui si richiedono durate di esposizione più lunghe, da un secondo in più: ma queste escono, a rigore, dalla tachistoscopia, e in ogni caso richiedono dispositivi diversi, alcuni dei quali, già da noi studiati, saranno l'oggetto di una seconda Nota tecnica. In questa abbiamo voluto limitarci a mostrare di quali perfezionamenti siano capaci gli apparecchi tachistoscopici per rispondere a tutte le esigenze della ricerca scientifica. E ad un criterio basilare tutti i nostri lavori sono stati ispirati: permettere misure scrupolosamente esatte, in condizioni che assicurino la maggior costanza desiderabile, pur in un ordine di grandezza in cui le difficoltà tecniche della misura sono considerevoli. Ci lusinghiamo che questo intento sia stato raggiunto; e d'altra parte speriamo che altri studiosi vogliano continuare per queste vie suggerendo sempre nuovi perfezionamenti.

Gli studi di tecnica sperimentale sono, certo, i più aridi, esigono pazienza e tenacia, e non sono immediatamente fecondi di brillanti risultati; onde accade che i giovani se ne stancano, preferendo battere le vie già aperte sulle quali abbondano le facili soddisfazioni. Pure noi siamo convinti che i progressi della tecnica sperimentale sono nella psicologia, come in tutte le scienze di fatti, una condizione indispensabile per l'avanzamento delle conoscenze, così come per le loro applicazioni pratiche; e perciò vivamente ci auguriamo che coloro i quali non disdegnano di procedere per questi malagevoli sentieri, per puro amor della scienza, comunichino al pubblico degli studiosi i risultati delle loro fatiche, agevolando così lo sforzo comune nella ricerca della verità.

INDICE

Serie 1ª